

FACULTE de MEDECINE de CAEN

Année 1974

N° 165

THESE

pour le

DOCTORAT en MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

ESTIMATION DE L'APTITUDE PHYSIQUE

Résultats du Step-Test d'HARWARD et de l'estimation indirecte
de la consommation maximale d'oxygène sur bicyclette ergométrique

- chez 402 étudiants en Médecine
 - et 459 étudiants de l'UER-EPS de Caen.
-

par

M. Bernard ROUSSEAU

Né le 23 Mars 1944 à VIRE - 14 -

Présentée et Soutenue Publiquement le 26 JUIN 1974

Président: M. le Professeur, J. FABRE

A.C.E.M.C. Editeur.

FACULTE de MEDECINE de CAEN

Année 1974

N°

THESE

pour le

DOCTORAT en MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

ESTIMATION DE L'APTITUDE PHYSIQUE

Résultats du Step-Test d'HARWARD et de l'estimation indirecte
de la consommation maximale d'oxygène sur bicyclette ergométrique

- chez 402 étudiants en Médecine
- et 459 étudiants de l'UER-EPS de Caen.

par

M. Bernard ROUSSEAU

Né le 23 Mars 1944 à VIRE - 14 -

Présentée et Soutenue Publiquement le

Président: M. le Professeur, J. FABRE

A.C.E.M.C. Editeur.

FACULTÉ de MÉDECINE de CAEN

Année 1934

N°

THÈSE

Pour le

DOCTORAT en MÉDECINE

Diplôme d'état

ESTIMATION DE L'ÉTAT PHYSIQUE



Manuscrit du Prof. Test d'INWARD et de l'estimation indirecte
de la consommation d'oxygène en pleins efforts physiques
- sous 402 exemplaires en médecine
- et 488 exemplaires de l'UNIVERSITÉ de Caen

par

M. Bernard ROUSSEAU

Né le 23 Mars 1904 à Vire - 14 -

Présentée et soutenue publiquement le

Président: M. le Professeur, J. FABRE

A.C.M.C. Éditeur.



Reproduction du sceau original de la Faculté de Médecine de CAEN fondée en 1438

Université de CAEN

FACULTE DE MEDECINE

PROFESSEURS

MM. EVRARD	Clinique chirurgicale A
FABRE	Physiologie
FERNANDEZ	Physique médicale
FOUCAULT	Pathologie expérimentale
GUIHARD	Pédiatrie
LACROIX	Clinique et pathologie chirurgicales B
LEMENAGER	Clinique médicale A
LEVY	Clinique obstétricale
LHIRONDEL	Clinique médicale infantile
MORIN	Séméiologie médicale
OLIVIER	Clinique médicale B
PHELINE	Anatomie
POULAIN	Médecine opératoire
ROUSSELOT	Anatomie pathologique
SAVINI	Pharmacologie
VALLA	Médecine générale et thérapeutique
VILLEY	Clinique médicale C

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM. DROSDOWSKY	Biochimie médicale
IZARD	Histologie et embryologie
MOREL Claude	Bactériologie, virologie
POILPRE	Psychiatrie
THERET	Histologie et embryologie
VENEZIA	Pédiatrie-génétique

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

MM. ADAM	Neuro-chirurgie
BAZIN	Thérapeutique, réanimation médicale
BEUVE-MERY	Médecine interne
BEZARD	Chirurgie générale
DAVERNE	Electro-radiologie
M ^{lle} DENIZET	Radiologie
DESCHAMPS	Dermatologie
GAUBERTI	Médecine préventive et santé publique, hygiène
GIGNOUX	Chirurgie générale
LECHEVALIER	Neurologie
LEYMARIE	Biochimie médicale
LOYAU	Rhumatologie
MANDARD	Anatomie pathologique
MOREL Pierre	Psychiatrie d'adultes
MOULIN	Pharmacologie
MULLER	Gynécologie, obstétrique
QUESNEL	Anesthésiologie
THOMAS	Immunologie, hématologie
ABBATUCCI	Radiologie (Maître de Conférences Associé).

Merci à mes Maîtres de m'avoir permis d'être médecin, d'être l'instrument de soulagement des malades et des affligés.

Puissé-je toujours traiter avec respect la vie humaine !

Que je sois toujours attentif à ce que le droit sacré à la vie ne soit jamais violé, même au détriment de l'être le plus faible.

Que mon amour des autres soit de plus en plus profond, de sorte que je me donne toujours moi-même, avec une générosité joyeuse, à ceux qui sont atteints par la maladie et la souffrance.

Puissé-je écouter avec patience, porter le diagnostic avec soin, prescrire avec conscience, suivre le malade jusqu'au bout avec fidélité.

Que je sache joindre la délicatesse à la science, posséder un cœur autant qu'une intelligence.

Que je sois calme sans froideur, patient sans faiblesse et fort sans fierté.

Que je donne les encouragements sans démesure, que je dise la vérité sans brusquerie.

Puissé-je être rapide à soulager la souffrance, prompt à offrir un raisonnable espoir.

Que je puisse toujours témoigner une spéciale tendresse aux pauvres et aux oubliés, à ceux dont le cœur autant que le corps est brisé.

Merci à nos Maîtres de nous avoir permis d'être
membres de l'Institut de l'enseignement des langues et des
sciences.
Puisse le bonjour rester avec vous et la vie
heureuse !
Que je sois toujours attentif à ce que la nature
me donne et la vie en elle-même, même au moment où l'on
est le plus faible.
Que mon amour des autres soit le plus grand
sentiment de sorte que je ne donne jamais rien, sans que
l'humanité joyeuse, à ceux qui sont atteints par la maladie et
la souffrance.
Puisse le bonjour avec confiance, porter le bien
douce avec soi, protéger avec conscience, suivre la route
dans le bon sens et la sagesse.
Que je sois toujours la délicatesse et la bonté
et, posséder en cœur autant de une intelligence.
Que je sois toujours fidèle, patient, gentil avec
l'absence et tout sans fin.
Que je donne les encouragements sans hésiter,
que je donne la vérité sans hésiter.
Puisse le bonjour et la sagesse à toujours la confiance
trouver à offrir un accompagnement spécial.
Que la nature toujours comique une spéciale
conscience aux heures et aux moments, à ceux dans le cœur, au
tant que la nature est prise.

A MARTINE,

qui tout au long de la préparation de cette thèse, par son amour, sut m'aider, me soutenir.

Epouse merveilleuse, qu'elle soit assurée de mon amour le plus profond.

Elle est une source de joie et de réconfort de tous les jours et particulièrement depuis ces dernières semaines dans l'attente d'un si merveilleux événement.

Qu'elle trouve ici un hommage écrit traduisant tout ce que je ressens et ne sais exprimer.

A mon PERE,

qui par son exemple a su si bien me montrer la beauté, la noblesse de ce métier, et malgré ses dissuasions, a su me donner le goût de l'exercice en campagne, qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Par ses qualités exceptionnelles, tant professionnelles que purement humaines, il a su se faire estimer d'un grand nombre, qu'il trouve ici l'expression de ma très grande admiration.

Il a su, malgré ses préoccupations professionnelles qui me furent si dures à accepter dans mon enfance, devenir pour moi un père formidable et plus proche de jour en jour pour aller jusqu'à me faire l'honneur, la confiance et la joie de me prendre comme associé,

qu'il trouve ici exprimée ma plus profonde affection.

A ma MERE,

qui dans l'ombre, avec un fils souvent dur et ingrat, a su lui inculquer les principes d'une éducation dont il est fier aujourd'hui.

Par ses efforts quotidiens, malgré tous les contretemps, elle a su garder le sourire et la douceur, qualités si précieuses d'une mère.

Qu'elle trouve ici l'expression de ma plus tendre affection hélas si rarement exprimée.

A mes BEAUX-PARENTS,

dont les principes de vie seront toujours un exemple pour moi.

Ils ont su m'accueillir avec tant d'amour dans leur déjà si nombreuse famille, et l'ambiance si chaleureuse qui règne chez eux, fait que j'ai toujours du mal à les quitter.

Qu'ils trouvent ici l'expression de mon respect, de mon admiration et de ma très tendre affection.

A toute ma Famille,

dont le doyen, mon bon "Daddy" sait
garder l'esprit si cher à "Papoum".

Que la devise merveilleuse, "Fortiter",
reste toujours parmi mes descendants et
me permette d'être toujours digne et fier
de mon nom.

A mes AMIES et AMIS,

qui furent la joie de mes années d'études si pleines de jeunesse, d'ambiance, de joies, de peines parfois.

Je les remercie tous de me laisser un si merveilleux souvenir de ma vie d'étudiant.

A Monsieur le Professeur J. FABRE,
Professeur de Physiologie à l'U.E.R. de Médecine de CAEN,
Chef de Service d'explorations fonctionnelles respiratoires au C.H.U. de CAEN,
Président de l'U.E.R.-E.P.S. de CAEN,
Directeur du C.E.S. de Médecine Sportive de CAEN,
Président de la Société de Médecine du Sport de Basse-Normandie.

qui a bien voulu présider cette thèse.

Il nous a donné le goût de la physiologie et de la médecine du sport.

Il fut un Maître clair et précis.

Il sut toujours montrer par sa jeunesse et son dynamisme, une sympathie qu'il est rare de trouver chez un patron vis-à-vis de simples étudiants.

Qu'il soit remercié très chaleureusement pour tout ce qu'il a fait pour nous et assuré de notre respect et de notre attachement.

A nos Juges,

Monsieur le Professeur R. LEMAIRE,
Professeur de Physiologie à l'U.E.R. COCHIN-PORT ROYAL,
Chef de Service d'Explorations Fonctionnelles au C.H.U. COCHIN,

qui fut notre Maître à CAEN pendant plusieurs années et sut toujours nous témoigner tant de sympathie.

Il sut nous donner le goût de l'expérimentation et nous apprit l'importance de la recherche à laquelle nous sommes très attachés.

Il a bien voulu juger ce travail que nous avons commencé avec lui et c'est pour nous un grand honneur.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect et de notre profonde reconnaissance.

Monsieur le Professeur J. LEMENAGER,
Professeur de Clinique Médicale à l'U.E.R. de Médecine de CAEN,
Chef de Service de pneumo-phtisiologie au C.H.U. de CAEN,

qui fut notre premier patron à l'Hôpital.

Il fut un Maître efficace, disponible, accueillant, compréhensif,

C'est lui qui nous a développé notre sens clinique et notre sens humain par un exemple remarquable et toujours égal.

Qu'il soit très chaleureusement remercié et qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect et de notre très grande admiration.

Monsieur le Professeur A. VALLA,
Professeur de Médecine Générale et Thérapeutique,
Chef de Service de Gastro-Entérologie,

dont le service nous a toujours été ouvert et où nous avons appris beaucoup.

Il a su nous initier à la thérapeutique et nous donner le goût de la recherche du mieux.

Qu'il soit ici remercié et assuré de notre respectueux attachement.

Monsieur le Docteur J.L. HAUTTEMONT,
Chef de travaux en Physiologie à l'U.E.R. de Médecine de CAEN,
Assistant dans le service d'Explorations Fonctionnelles du
C.H.U. de CAEN,

qui nous a beaucoup aidé par la mise au point de l'expérimentation de cette étude et qui sut nous corriger lors de sa rédaction.

Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude et de notre amitié.

A nos MAITRES,

à qui nous devons d'être heureux aujourd'hui d'être médecin.

Qu'ils soient tous remerciés de leur dévouement, de leur persévérance, de leur exemple qui a su même nous donner le goût de l'enseignement.

Aux Etudiants en Médecine et
aux Etudiants de l'U.E.R.-E.P.S.

qui nous ont permis de faire cette étude, et particulièrement ceux et celles qui se sont intéressés à ces tests et qui nous ont montré de la sympathie pour l'élaboration de notre thèse.

Qu'ils soient tous remerciés de leur participation.

A tous ceux qui nous ont aidé lors de la réalisation de cette thèse,

Monsieur le Docteur THOUIN,

qui nous a dirigé pour l'étude statistique; qu'il soit vivement remercié.

Monsieur SIMON,

qui nous a si gentiment et si efficacement aidé lors des tests au Laboratoire de Physiologie de l'U.E.R. de Médecine et qui a réalisé la première dactylographie de cette thèse; qu'il soit remercié de son efficacité, de sa rapidité, de son amabilité.

Le Service de Médecine Préventive,

Le Docteur DANIELOU,

Madame BOURDIL,

Madame ETIENNE,

Madame JY,

Mademoiselle MADIAN,

Madame PAULIN,

que nous remercions de leur aide si spontanée et cordiale.

Le Centre Médico-sportif,

Le Service de Polycopie de l'A.G.E.M.C.

AVANT-PROPOS

Par cette étude, nous nous proposons de faire une mise au point sur les épreuves d'aptitude à l'effort, avec un côté pratique d'application courante de nature à rendre plus familier à tous les praticiens l'usage de ces tests; avec également un côté plus physiologique qui devrait par la valeur des échantillons étudiés intéresser les spécialistes.

Nous présentons ensuite une courte étude physiologique de l'aptitude physique, partie théorique indispensable ainsi que la mise en place de certaines définitions.

Nous envisageons les principaux tests employés pour son évaluation en donnant notre avis sur leurs avantages et leurs inconvénients arrivant ainsi à notre choix pour le Step-Test d'Harward, et l'estimation indirecte de la consommation maximale d'oxygène par la méthode de P.O. ASTRAND et I. RYHMING.

Nous présentons alors notre étude personnelle de ces deux épreuves sur deux populations différentes :

- les étudiants en 2ème année de médecine de la Faculté de CAEN, de 1971 à 1974,
- les étudiants en P II_B à l'U.E.R.-E.P.S. de CAEN, de 1968 à 1974.

Les résultats étudiés en fonction du sexe, de l'âge, du poids, de la taille, de la surface corporelle sont

comparés à ceux des différents auteurs qui se sont intéressés à l'aptitude physique.

Les conclusions nous semblent intéressantes et nous ont paru mériter inspirer un sujet de Thèse de Doctorat en Médecine.

INTERET DE L'ETUDE DE LA MEDECINE DU SPORT

L'aptitude physique intéresse en premier lieu la médecine du sport, bien évidemment.

Il nous semble nécessaire de définir rapidement les buts de la médecine du sport qui prend de plus en plus d'importance en France, et qui, nous l'espérons, intéressera de plus en plus de jeunes médecins en Basse-Normandie avec le C.E.S. de Biologie et Médecine du Sport.

La Médecine du Sport se propose d'être :

- Préventive : la sélection.

Son premier rôle est d'éliminer des compétitions ou même de la pratique du sport, les sujets présentant des contre-indications qui peuvent être :

absolues,
relatives,
temporaires,
définitives.

Elle doit également, par un examen clinique orienté et par certains tests, arriver à faire un bilan des capacités du sujet, permettant de juger de son aptitude au sport simplement en général, au sport de compétition.

Elle doit enfin, par ses connaissances des dif-

férents sports et de leurs exigences, orienter le sportif vers telle ou telle pratique sportive, afin d'assurer le meilleur accord possible et la meilleure chance de bonnes performances.

Elle doit tout au moins orienter vers :

- les sports de détente, où la notion de résistance domine,
- ou les sports d'endurance.

- Attentive, par un contrôle régulier, surtout pour un entraînement à la compétition.

Elle doit étudier

- l'aptitude physique,
- la condition technique, sur le terrain,
- la condition psychique, la situation professionnelle et familiale.

- Curative enfin, lors des traumatismes et des accidents occasionnés par la pratique des sports. Mais aussi pour de simples maladies au décours desquelles il faut savoir à quel moment reprendre l'entraînement et la compétition.

Souvent à ce propos, le médecin se heurte à la volonté de l'athlète désirant reprendre le plus vite possible la direction du stade ou de la salle d'entraînement, contrairement à ce qui se rencontre habituellement en clientèle non sportive.

Dans ces trois sortes d'activités, le médecin s'intéressant à des sportifs aura souvent besoin de tests d'aptitude, et devra établir une étroite collaboration avec les en-

entraîneurs ou professeurs d'éducation physique pour faire comprendre au sportif des décisions parfois lourdes de conséquences.

Il devra également avoir des contacts fréquents et souvent sur le terrain avec les sportifs, pour mieux les comprendre et pour mieux se faire comprendre.

"L'esprit sportif" doit faire partie des qualités du médecin désirant "surveiller" des sportifs.

--

INTERET DE L'EVALUATION DE L'APTITUDE A L'EXERCICE PHYSIQUE

L'évaluation de l'aptitude d'un sujet à faire un effort a intéressé de nombreux auteurs depuis très longtemps, et les médecins devraient s'y intéresser beaucoup en pratique :

- En Médecine sportive, bien sûr pour la sélection, l'orientation, la surveillance, la reprise après un arrêt, nous venons de le voir.

Mais si de plus en plus l'évaluation de l'aptitude à l'effort intéresse les médecins, les professeurs d'éducation physique, les entraîneurs, elle ennuie souvent les sportifs car elle est souvent une source de contrainte médicale, de mise au repos trop prolongée à leur avis.

- En Médecine du travail, certains postes nécessitent une dépense énergétique importante, et il est bon de savoir si tel candidat à ce poste est capable de fournir ce travail régulièrement et pendant longtemps sans nuire à son organisme. La législation actuelle d'ailleurs impose la connaissance de l'aptitude physique pour l'attribution d'un poste de travail. Il s'agit alors de dire si le travail est adapté aux possibilités du sujet, alors que précédemment, nous étions devant le problème d'un sportif cherchant à modifier ses possibilités pour atteindre une performance qu'il espère lui-même toujours plus élevée.

- En Médecine d'expertise :

Soit qu'il s'agisse d'évaluer une I.P.P. après un traumatisme thoracique ou un traumatisme général, laissant une aptitude moindre à l'effort.

Soit qu'il s'agisse de faire une expertise approfondie et sérieuse pour une assurance-vie.

Les experts devraient de plus en plus utiliser les tests d'aptitude à l'effort, et nous espérons pouvoir contribuer à l'extension de cette pratique.

- En Médecine générale quotidienne, malheureusement les tests d'aptitude à l'effort sont souvent oubliés ou négligés. Pourtant, un bilan chez un cardiaque jeune ne doit pas être considéré comme complet si on ne peut pas évaluer son aptitude à l'exercice physique. Les tests d'aptitude à l'effort permettent également de suivre la rééducation après un infarctus.

Un bilan respiratoire complet, dans certains cas, peut nécessiter également la connaissance de l'aptitude à l'effort.

La surveillance de la puberté, de la croissance, de l'adolescence doit comporter régulièrement une évaluation de l'aptitude à l'effort, souvent rapide et simplement approximative certes, mais pouvant parfois entraîner une interdiction à la pratique du sport de compétition tout en autorisant l'éducation physique.

Et là se trouve déjà posé le problème des certificats d'aptitude aux sports et des licences sportives.

--

APTITUDE PHYSIQUE

DEFINITION :

Littéralement, l'aptitude physique est la disposition à fournir un travail.

En ce sens, elle permet à un sujet d'être supérieur à un autre pour la même activité et sans apprentissage, ni "entraînement".

Pour le médecin, elle représente surtout la "condition physique" à laquelle se surajoute pour le sportif, ce qu'il appelle "la forme".

Nous voyons apparaître des notions souvent difficiles à définir et à individualiser :

- la condition physique,
- la forme,
- l'entraînement.

Pour un sportif, les épreuves sportives représentent la meilleure façon d'apprécier l'aptitude d'un sujet à fournir un travail. Dans de telles conditions, la "performance" peut être appréciée objectivement en centimètres ou en secondes; elle peut être appréciée de façon subjective lors d'épreuves telles que la gymnastique, le patinage artistique ou le plongeon.

La performance est fonction de la "forme" de l'individu qui est le résultat de l'utilisation et de l'intégration coordonnée d'un grand nombre de fonctions.

On peut avec Astrand et Rodhal schématiser les éléments de la forme comme suit :

- Dépenses énergétique
 - processus aérobie
 - processus anaérobie
- Activité neuro-musculaire
 - force
 - technique
- Facteurs psychologiques
 - motivations
 - tactique.

Nous pouvons alors définir de façon tout-à-fait personnelle mais assez précise et concrète :

- la condition physique comme l'ensemble des facteurs de la dépense énergétique et des facteurs neuro-musculaires.
- la forme comme étant la somme de la condition physique et de la condition psychologique.
- l'aptitude physique étant plus restrictive et représentant simplement les facteurs de la dépense énergétique et la force musculaire.

On peut ainsi dire d'un sujet que :

- il peut faire un travail, mais qu'il ne sait pas le faire. (il est apte, mais n'a pas la condition physique).
 - il peut faire un travail et il sait le faire, mais il ne veut pas le faire, ou n'y arrive pas. (il est apte, mais n'a pas la "forme").
 - il veut et il sait faire un travail, mais il ne peut pas le faire. (il est inapte).
- etc.....

Il existe une aptitude naturelle (facteurs génétiques) qui joue probablement un rôle primordial dans l'aptitude d'un individu à réaliser une performance, au moins pour celui qui cherche à atteindre un haut niveau.

Mais les performances de chaque individu peuvent être améliorées de façon importante par l'entraînement qui peut agir sur tous les facteurs de la "forme" cités plus haut.

Ainsi, un individu peut améliorer ses performances sans améliorer son aptitude physique. Et c'est le rôle d'un bon entraînement d'agir sur tous les éléments de la forme.

Alors la surveillance régulière de l'aptitude physique, parallèlement à l'évolution des performances, permet de juger de la valeur de diverses méthodes d'entraînement.

Nous voyons que l'évaluation de l'aptitude physique joue un très grand rôle dans la surveillance du sportif et de l'enfant qui veut faire de la compétition, afin d'adapter un entraînement en fonction de son âge.

EVALUATION :

Avec Schneider, on peut dire qu'il n'existe pas de définition simple de l'aptitude physique, parce que les méthodes qui permettent de l'apprécier ne sont, elles-mêmes, pas simples.

En effet, nous l'avons vu précédemment, pour apprécier l'aptitude physique, il faut juger :

- L'état général par un examen clinique complet.
- L'état des processus aérobie :
 - fonction pulmonaire (ventilation et diffusion)
 - circulation de l'O₂ : fréquence cardiaque, volume systolique (d'où débit cardiaque), pression artérielle, différence artério-veineuse d'oxygène.
 - notion de pouls d'oxygène
 - métabolisme
 - nutrition.
- L'état des processus anaérobies :
 - au niveau des tissus musculaires, la production d'acide lactique lors du début d'un exercice moyen ou lors d'un exercice intense lorsque les processus aérobie sont insuffisants,
 - la diffusion et l'élimination de l'acide lactique.
- La force musculaire à l'aide des ergomètres.

Les chercheurs ont passé un temps considérable à l'élaboration d'un test unique qui mesurerait le mieux possible cette aptitude physique.

Le nombre et la diversité des mesures montrent qu'aucune n'est parfaite.

I) Les critères biométriques :

Il est incontestable que la morphologie générale conditionne l'aptitude, aussi les données biométriques sont elles envisagées depuis fort longtemps.

Taille-poids :

Il existe de nombreuses formules pour déterminer le poids idéal :

Formule de BROCA :

$$P = T_{cm} - 100$$

C'est la plus ancienne, mais elle est abandonnée maintenant.

Formule de BORNHARDT :

$$P = \frac{T_{cm} \times P_{th \text{ moyen cm}}}{240} \quad (\text{périmètre thoracique moyen})$$

Peu utilisée parce que nécessitant un calcul et négligeant les obésités générales.

Formule de LORENTZ :

$$P = T_{cm} - 100 - \frac{T_{cm} - 150}{4}$$

La plus utilisée actuellement.

"METROPOLITAN LIFE INSURANCE TABLE"

Permettant une mesure par lecture directe.

Méthodes densimétriques :

- diamètre radio-ulnaire
- épaisseur du pli cutané
- calcul des pourcentages de la masse maigre (Abaque de BOUCE)
- calcul de la quantité totale de potassium dans l'organisme.

Encore du domaine de la recherche, mais certainement plus physiologiques.

Périmètre thoracique :

Indice de HIRTZ :

P th insp. - P th exp.

Normalement compris entre 8 et 12 cm.

Indice de RUFFIER :

$\frac{P_{th \text{ exp.}}}{T_{cm}}$ normalement voisin de 1/2.

P th - Pomb. normalement entre 15 et 20 cm.

Envergure :

Normalement supérieure à la taille de 2 à 10 cm
chez les hommes, de 1 à 5 cm chez les femmes.

Indices morphologiques :

Indice de PIGNET : (utilisé dans l'armée)

$T_{cm} - (P_{kg} + P_{th \text{ moyen cm}})$

0 - 10	: fort
10 - 15	: bon
15 - 20	: moyen
20 - 30	: faible
+ 30	: mauvais

Cet indice avantage les poids élevés.

Indice de RUFFIER : (utilisé pour le surclassement)

$$(P_{th\ insp.} - P_{abd\ exp.}) - (T_{cm} - 100 - P_{kg})$$

- 10 : médiocre
- 10 - 15 : moyen
- 15 - 20 : bon
- + 20 : excellent

Indice de DEMENY : (utilisé pour le surclassement)

C V (capacité vitale en centilitres)
P (poids en Kg)

- 5 : mauvais
- 5 - 6 : moyen
- 6 - 7 : bon
- + 7 : très bon

Cet indice favorise le sujet léger.

Indice de SPEHL :

C V (capacité vitale en décilitres)
X P (Poids en Kg)
T (Taille en mètre).

- I 500 : faible
- + I 800 : très bon.

Cet indice favorise les poids élevés.

Indice de PEROLINI ou PIGNET modifié :

$$(T_{cm} - 100 + P_{abd\ cm}) - (P_{kg} + CV_{dl} + 20)$$

- 0 - 10 : excellent
- 10 - 20 : bon
- 20 - 30 : médiocre
- + 30 : mauvais

C'est le meilleur indice, mais tous ces critères biométriques ne se servent que de mesures statiques et il est évident que l'examen doit se compléter de critères dynamiques susceptibles de renseigner sur les possibilités d'adaptation à l'effort des grands appareils.

2) Epreuves fonctionnelles :

Epreuves fonctionnelles nerveuses :

Excitabilité neuro-musculaire :

En cas de forme : excitabilité nerveuse élevée.
excitabilité musculaire basse.

En cas de fatigue : excitabilité nerveuse diminuée.
excitabilité musculaire augmentée.

Temps de réaction psycho-motrice :

Délai entre la stimulation sensorielle et la réponse motrice, normalement :

pour le son : $T = \frac{15}{100}$ de seconde.

pour des stimulations lumineuses : $T = \frac{20}{100}$ de seconde.

Epreuves fonctionnelles pulmonaires : spirométrie

Statiques : fréquence
volume courant
capacité vitale (CV)

Dynamiques : ventilation maximum minute

V.E.M.S.

(volume expiratoire maximum seconde)

avec calcul du coefficient de :

Tiffeneau : $\frac{V.E.M.S.}{C.V.}$ voisin de 75 %.

Epreuves cardio-vasculaires :

- E.C.G.

- Ballistocardiographie

- Radioscopie

avec épreuve de Valsalva ou simple blocage en inspiration forcée qui entraîne un ralentissement cardiaque d'autant plus grand (parfois arrêt en diastole) que le sujet est mieux entraîné, suivi du phénomène de l'échappement.

3) Tests d'aptitude à l'effort proprement dits :

Il ne suffit pas qu'un appareil cardio-respiratoire soit bon, il faut aussi qu'il ait une force de réserve suffisante.

Il existe un grand nombre d'épreuves fonctionnelles d'aptitude à l'effort. On peut considérer schématiquement deux catégories principales :

- les épreuves d'aptitude cardiaque à l'effort
- les épreuves de travail musculaire maximum.

Les épreuves d'aptitude cardiaque :

La querelle portant sur le type de l'effort, qui est à l'origine d'une multitude de tests, est ridicule : que l'on augmente l'intensité de l'effort (Step-Test), que l'on donne une cotation numérique à un effort modéré (Ruffier -Dickson, Schneider) ou qualitative (Martinet, Lian), les paramètres envisagés sont les mêmes. On conçoit cependant qu'on puisse faire varier l'intensité de l'effort et la cotation selon le but recherché : apprécier la réaction cardio-vasculaire d'un sujet sain, recréer les conditions d'éclosion d'une crise d'angor, se mettre à couvert par un chiffre précis contre les protestations éventuelles d'un sujet expertisé.

A) Exploration du coeur gauche par un effort dynamique :

Epreuve de LIAN :

a) Type d'effort :

Pas de gymnastique sur place en fléchissant les jambes à angle droit sur les cuisses, en levant peu les genoux, "en se donnant des coups de pieds dans le derrière". Au rythme de deux foulées par seconde pendant une minute.

b) Mesure :

Pouls sur 15 secondes, debout avant effort,
immédiatement après effort,
puis toutes les 30 secondes,
jusqu'au retour au calme (pouls de repos).

c) Résultats :

Retour au calme en moins de 2 minutes :
aptitude excellente,
de 2 à 3 minutes : aptitude bonne,
de 3 à 4 minutes : aptitude passable,
plus de 5 minutes: aptitude mauvaise.

d) Critiques :

Appréciation qualitative, subjective,
Pas de cotation chiffrée, pas de comparaison possible.
Simple, facile à faire par tous et partout,
donne une idée.

Epreuve de PACHON-MARTINET :

a) Type d'effort :

20 flexions complètes sur les jambes en gardant
le buste bien droit, au rythme de 1 toutes les 2
secondes.

b) Mesure :

Pouls, TA. Max, TA. min.	debout avant effort,
" " "	aussitôt après effort,
" " "	toutes les minutes jusqu'au retour au calme.
	(valeur avant effort).

c) Résultats normaux :

Le pouls de 70 à 80 passe à 100-105.
l'accélération ne doit pas dépasser 20 à 30.

La TA. Max augmente de 2 à 3 cm H_g

La TA. min augmente de 1 à 2 cm H_g

Le retour au calme doit se faire en 2 à 3 minutes.

d) Critiques :

- nécessite une certaine dextérité pour prendre la tension et le pouls en 20 à 30 secondes.
- a l'avantage de noter les variations de TA.
- aucune cotation, appréciation purement subjective.
- pas de comparaison possible.
- test le plus simple, facile à réaliser, donne une idée.

- très utilisé sur le terrain ou dans un cabinet de généraliste.

Test de RUFFIER-DICKSON :

a) Effort :

Pour les hommes : 30 flexions complètes sur les jambes en 45 secondes.

Pour les femmes : 20 flexions complètes sur les jambes en 30 secondes.

b) Mesures :

P = nombre de pulsations sur 15 secondes avant effort.

P' = nombre de pulsations sur 15 secondes à la fin de l'effort.

P'' = nombre de pulsations sur 15 secondes, 1 minute après l'effort.

Indice de RUFFIER-DICKSON :

$$\text{I.R.D.} = \frac{(P' - 70) + (P'' - P)}{10}$$

c) Résultats :

I.R.D. de	0 à 2,9	= bon
	3 à 5,9	= moyen
	6 à 7,9	= médiocre
	+ 8	= mauvais.

d) Critiques :

Mauvaise précision des mesures (pouls sur 15 secondes) mais donne des résultats chiffrés.

Simple, facile à faire.

Utilisé par l'armée, nécessite de se souvenir des formules.

C'est le test qui décèle le plus de "médiocre" dans une population donnée et donne donc une grande sécurité

Test de SCHNEIDER :

a) Type d'effort :

Monter sur une marche de 45 cm, au rythme de 5 fois en 15 secondes, le premier pied restant sur la marche.

b) Mesures :

Sujet couché depuis 15 minutes : Pouls, TA. max.

Sujet debout depuis 1 à 2 minutes : Pouls, TA. max.

Immédiatement après effort : Pouls sur 15 secondes

Toutes les 30 secondes : Pouls sur 15 secondes jusqu'au retour au calme.

Il faut alors se reporter à 6 tableaux évaluant chaque mesure en leur donnant une note de -3 à +3 et additionner ces 6 notes.

Tableau A : pouls couché.

B : augmentation du rythme du pouls en position debout.

C : pouls debout.

D : accélération du pouls après effort.

E : temps de retour du pouls à la normale.

F : variation de la TA.max., debout, couché.

c) Résultats :

17 - 18 = très bon

15 - 16 = bon

13 - 14 = assez bon

11 - 12 = moyen

- 9 = mauvais, déficience.

d) Critiques :

C'est un test dérivé du test de Crampton ou test d'orthoclinostatisme, il explore en effet en plus du

cœur gauche, la sensibilité des centres barorécepteurs et l'équilibre neuro-végétatif. Il est intitulé test de forme.

Il donne des résultats chiffrés. Mais il comporte trop de paramètres entraînant un risque d'erreur multiplié.

Il nécessite un temps de repos, une habitude de prise de mesures (différences suivant les opérateurs), des tableaux de cotation.

Il reste un bon test d'aptitude physique utilisé dans certains centres médicaux sportifs.

STEP-TEST de HARWARD :

a) Type d'effort :

Monter et descendre alternativement une marche de 50,8 cm (20 pieds) pour les hommes, 42,5 cm pour les femmes (SLOAN), pendant 5 minutes, à raison de 30 fois par minute.

b) Mesures :

Nombre de pulsations cardiaques après la fin de l'effort :

1 minute à 1,30 minute = P1

2 minutes à 2,30 minutes = P2

3 minutes à 3,30 minutes = P3

On note le temps pour les sujets ne terminant pas le test.

c) Résultats :

Le coefficient d'aptitude est déterminé par la formule :

$$\frac{(\text{Durée de l'exercice en seconde}) \times 100}{(P1 + P2 + P3) \times 2}$$

- 50	= mauvais
50 à 70	= faible
70 à 80	= moyen
80 à 90	= bon
+ 90	= excellent.

d) Critiques :

Test épuisant, nécessitant l'absence de pratique de sports pendant 4 jours.

Nécessite un appareillage.

Destiné à des sujets déjà sélectionnés.

Ne nécessite pas d'apprentissage, pas de mesure au préalable, donc ignore la tachycardie émotionnelle.

Nécessite une participation de la volonté du sujet.

Mesures standardisées, comparables.

Un peu oublié et peu employé actuellement, pourtant semble le meilleur test explorant le coeur gauche.

Toujours utilisé pour la sélection des marines US.

B) Exploration du coeur droit par un effort statique :

Test de FLACK ou endurance test,
 ou apnée test.

a) Type d'effort :

Après inspiration forcée faite lentement, le sujet assis, un pince-nez en place, souffle dans un manomètre en U de 4 mm de diamètre, afin d'atteindre une pression de 40 mm de H_g qu'il maintient le plus longtemps possible.

Pour les femmes : 30 mm de H_g .

Pour les enfants: 20 mm de H_g .

La disparition de variation de la pression intrathoracique supprime l'un des facteurs du retour veineux et perturbe le débit du coeur droit, lequel doit s'adapter à ces nouvelles conditions hémodynamiques (Loi de Starling).

b) Mesures :

Par un E.C.G., on note le pouls avant l'épreuve et le nombre de pulsations en 5 secondes pendant toute l'épreuve.

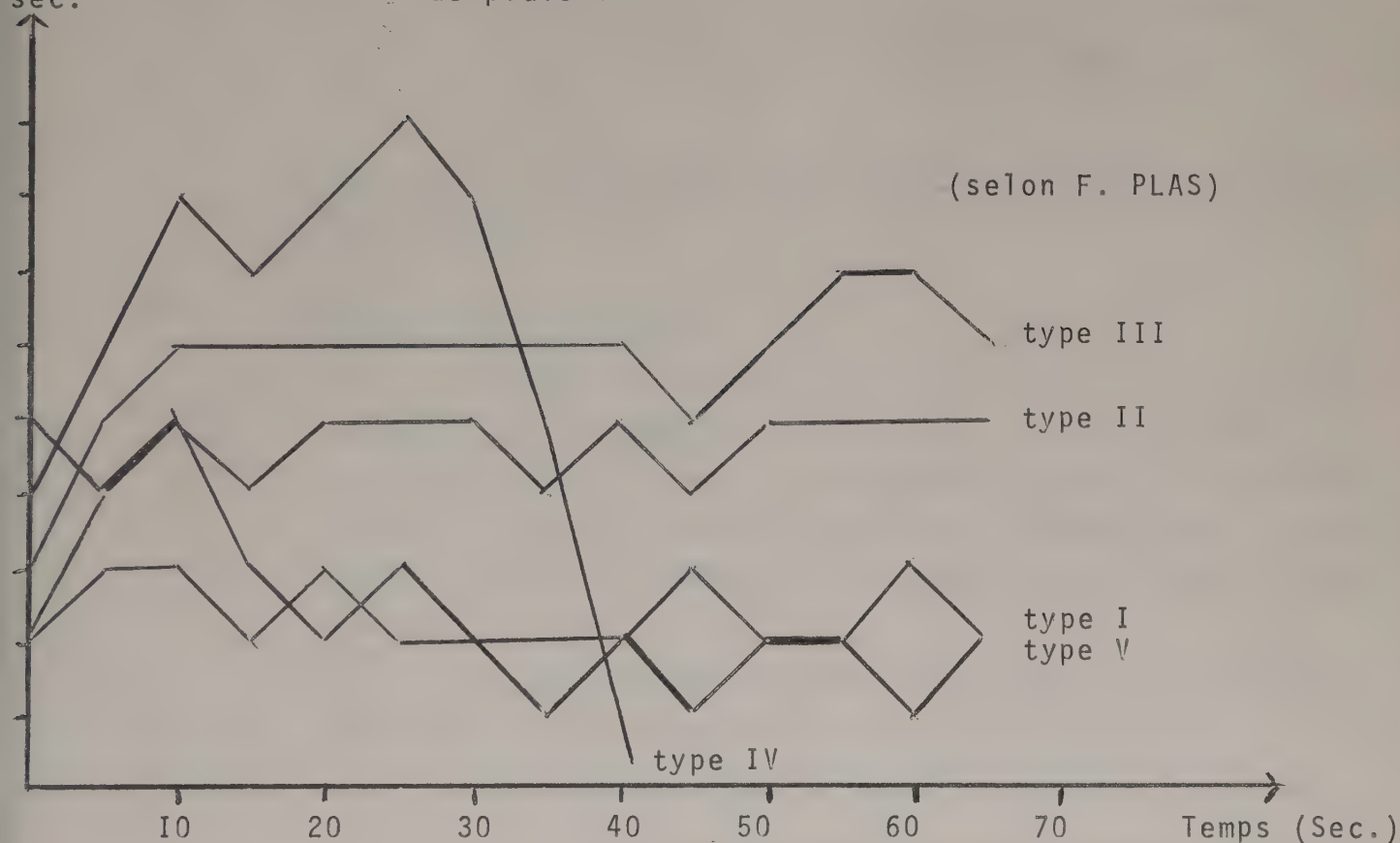
c) Résultats :

- 40 secondes : mauvais

La durée de l'épreuve : 40 - 50 secondes : moyen

+ 50 secondes : bon.

sations/
sec. Le rythme cardiaque est apprécié sur la courbe
de pouls :



type I : - de 7 pulsations par 5 secondes : bon élément.

type II : de 7 à 9 pulsations par 5 secondes : apte aux compétitions
mais non entraîné.

type III: oscillations de 9 à 11 pulsations par 5 secondes : inapte ou
surentraîné, à mettre au repos.

type IV : élévation supérieure à 11 pulsations par 5 secondes, puis chute
brutale inférieure au rythme initial : inapte aux compétitions.

type V : élévation initiale vers 9/10 pulsations par 5 secondes, puis
descente progressive et stabilisation à 5/7 pulsations par 5 se-
condes : tachycardie émotionnelle, apte aux compétitions, l'en-
traînement ne sera que bénéfique.

d) Critiques :

Test d'endurance, de volonté, qualités indispensables pour un athlète. Motivation difficile à obtenir chez certains sujets.

Test unique en son genre, montrant bien sa valeur.

Comparaison possible des courbes. Surveillance E.C.G., modification de l'onde P qui devient très ample et revient à la normale dès l'arrêt du test.

Test très utilisé en : haltérophilie,
plongée sous-marine,
aéronautique.

Epreuves de travail musculaire maximum et consommation maximale d'oxygène :

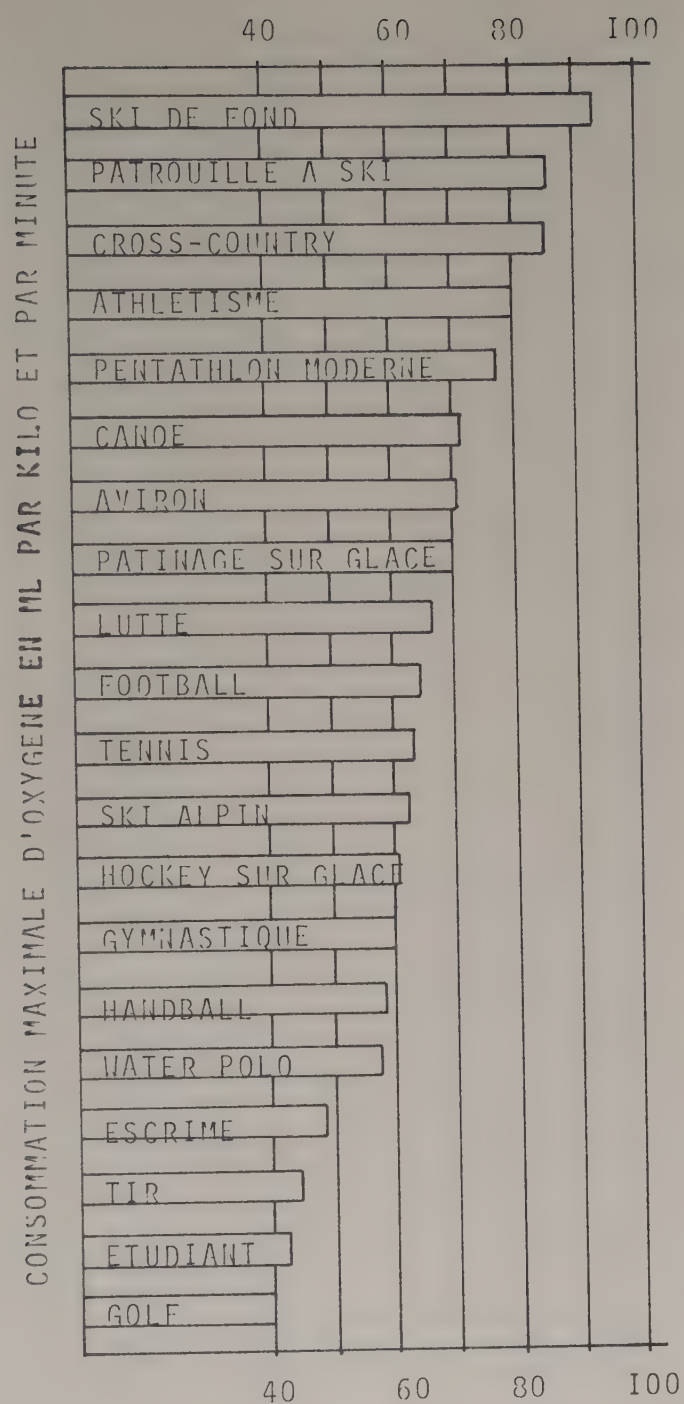
I) Aperçu physiologique :

Déjà LAVOISIER savait que le travail musculaire augmente la consommation d'oxygène. Cette première observation a été suivie d'innombrables travaux physiologiques, chimiques, physico-chimiques, ergométriques qui ont établi un certain nombre de notions, actuellement classiques.

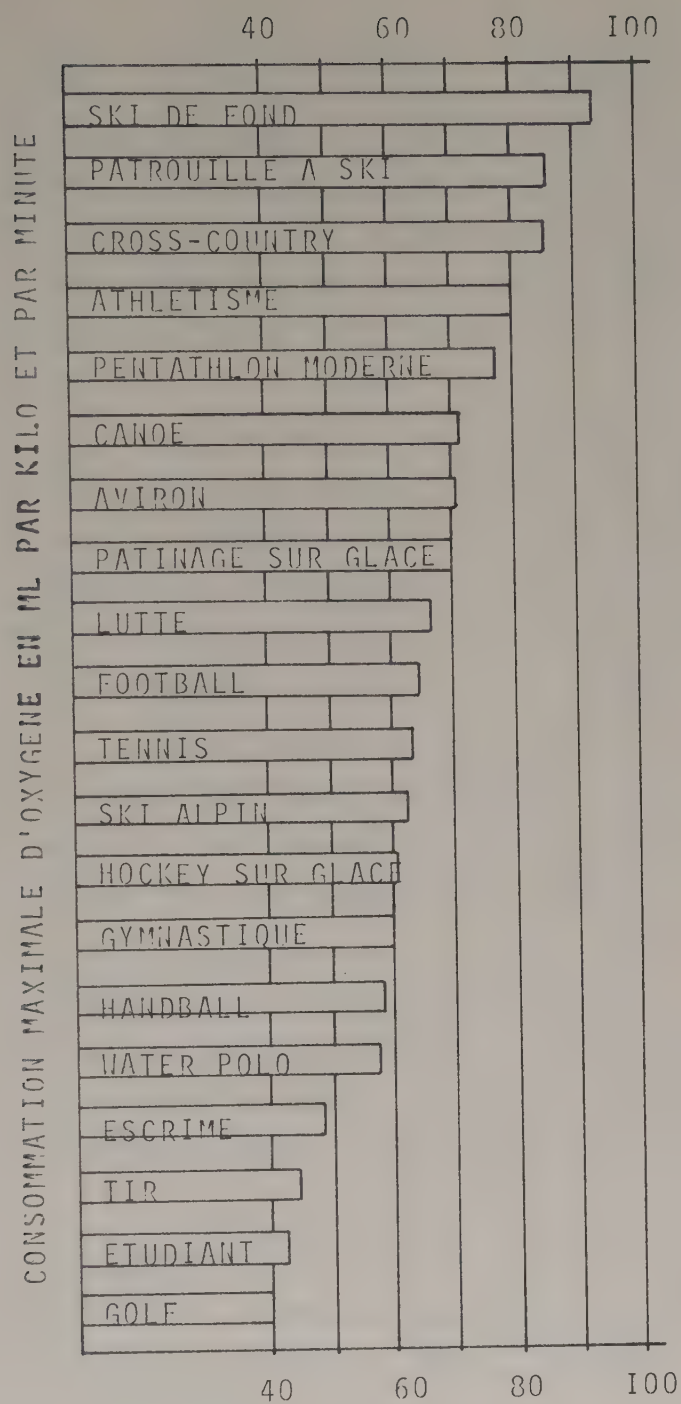
Deux grands mécanismes président à la physiologie de l'activité musculaire :

- oxydation des aliments (processus aérobies)
- le métabolisme anaérobique tissulaire aboutissant à la formation de l'acide lactique.

En tenant compte du quotient respiratoire, on constate que le travail produit est proportionnel à la quantité d'oxygène consommée et CHRISTENSEN caractérise même l'intensité d'un exercice par celle des échanges gazeux.



d'après CHRISTENSEN
modifié par ROBIN



d'après CHRISTENSEN
modifié par ROBIN

L'importance de ces échanges gazeux qui sont l'origine et la conséquence même du travail musculaire fait qu'on peut considérer ce paramètre comme une valeur privilégiée pour l'estimation de l'aptitude physique, d'autant plus que la mesure de la prise d'oxygène par l'organisme est reliée à la consommation d'oxygène au niveau des tissus par la totalité du système cardio-respiratoire.

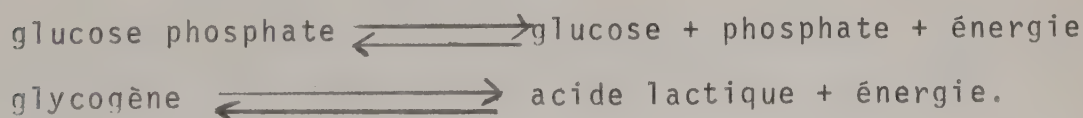
Au repos, l'ensemble des processus énergétiques de l'organisme, (tonus musculaire, activité cérébrale, activités glandulaires, muscles respiratoires et cardiaques, épuration rénale.....) est couvert par une consommation d'oxygène dite "consommation de base" qui est de l'ordre de 300 ml/mn pour un sujet moyen.

Tout accroissement d'activité de l'organisme s'accompagne d'une augmentation de besoin en oxygène, entraînant une adaptation des systèmes transportant cet oxygène, de l'air extérieur jusqu'à la cellule en travail.

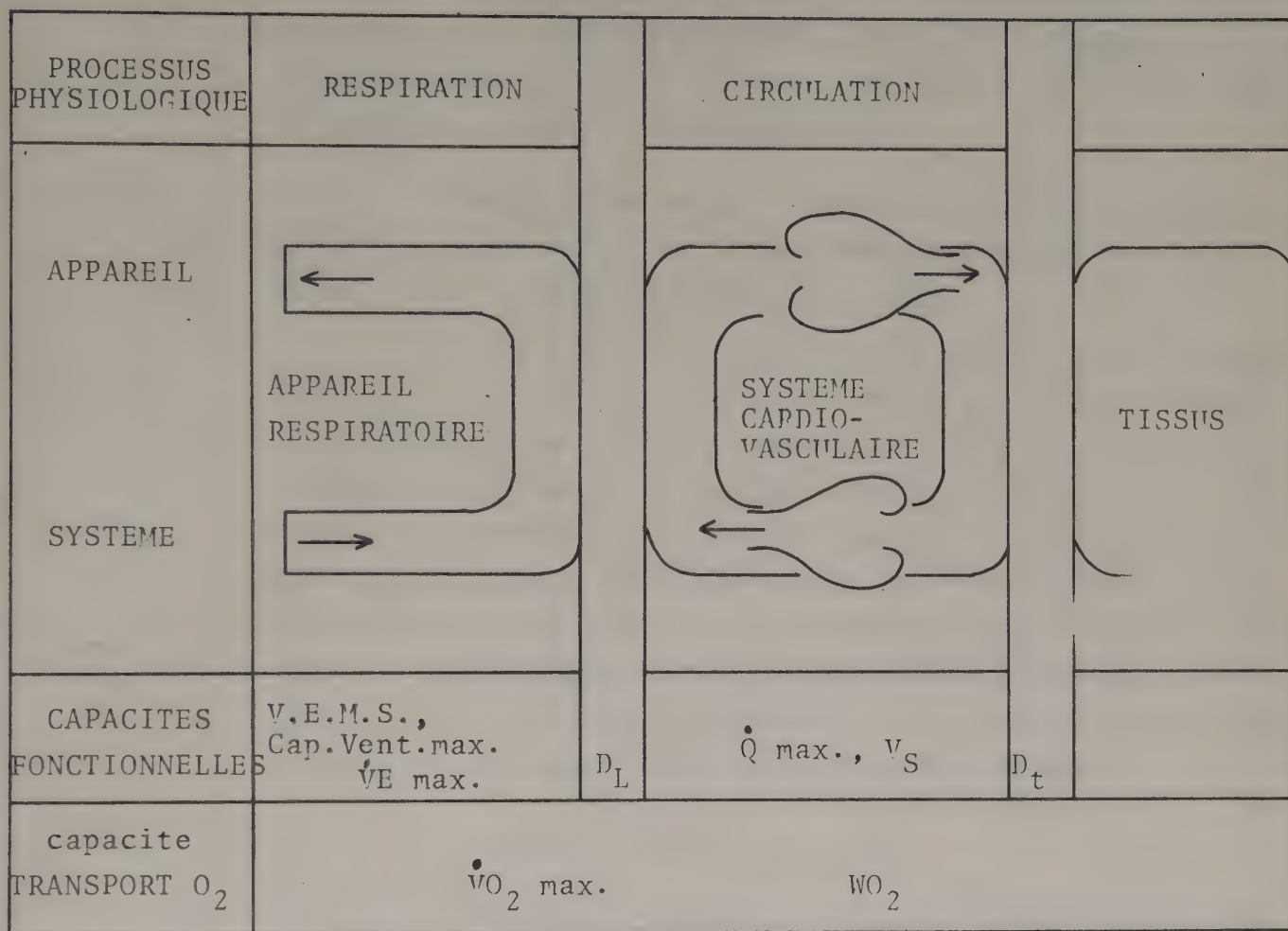
L'organisme aura donc besoin d'une fourniture abondante et rapide de cet oxygène. Mais cette augmentation de fourniture dépend de l'étape pulmonaire de la respiration et aussi de la circulation et requiert donc un certain délai. (voir schéma page 27).

Aussi, au début d'un exercice, les muscles empruntent-ils l'énergie à des réactions non oxydatives et cet emprunt a pour conséquence un déficit des réactions oxydatives. On dit que l'organisme contracte une "dette d'oxygène".

Les mécanismes de ces réactions non oxydatives au niveau du muscle sont principalement de deux sortes :



Si le travail n'est pas trop important, les réactions d'oxydation des aliments (processus aérobie) sont capables de fournir l'énergie nécessaire à la resyn-



REPRESENTATION SCHEMATIQUE
DU SYSTEME DE TRANSPORT DE L'OXYGENE
 (d'après HOLMGREN)

thèse du glycogène et des composés phosphorés à haute énergie.

La consommation d'oxygène augmente proportionnellement à l'énergie produite, mais elle ne peut augmenter indéfiniment si on augmente encore la production d'énergie. (voir schéma page 29).

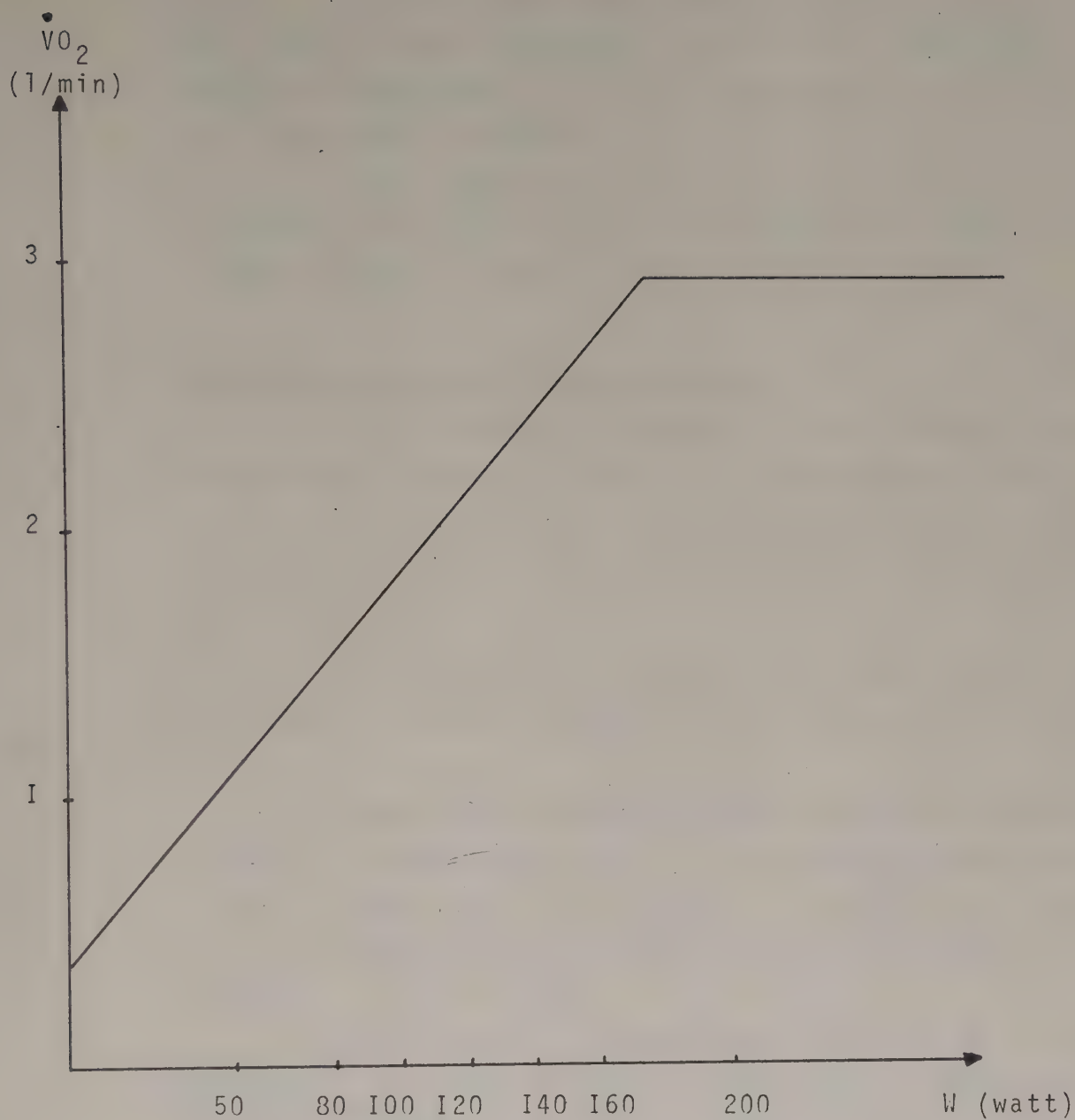
C'est cette valeur limite qui est définie par MARGARIA comme étant la "consommation maximale d'oxygène" ou "puissance aérobie maxima".

Cette limite des mécanismes aérobie ne correspond pas à la possibilité maximale de travail du sujet, un supplément de travail étant possible par la mise en route du système de glycogénolyse, mais ce mécanisme entraîne des modifications biochimiques de l'organisme entier et le retour aux conditions de l'homéostasie nécessitera par la suite, une consommation supplémentaire d'oxygène non concomitante à la production d'énergie mécanique. La période de récupération sera d'autant plus courte que la puissance aérobie maxima sera élevée.

HETTINGER disait en 1961 :

"Durant un travail physique intense et prolongé la capacité de travail individuelle dépend largement des possibilités de prélever, transporter, délivrer l'oxygène aux muscles en activité : en conséquence, la $\dot{V}O_2$ Max. est probablement la meilleure mesure de l'aptitude physique".

La consommation maximale d'oxygène résume les possibilités d'adaptation du système pneumo-cardio-vasculaire chargé de fournir l'oxygène aux tissus et donne en ce sens une mesure quantitative, représentative de l'aptitude physique car la marge entre la consommation d'oxygène au repos et la valeur de la consommation maximale d'oxygène renseigne sur la quantité de travail qui peut être exécuté sans avoir besoin de recourir à une dette d'oxygène.



CONSOMMATION D'O₂ SUIVANT LE TRAVAIL EFFECTUE.

(selon PITTELOUP)

Elle est chiffrable par une mesure volumétrique qui est une représentation objective d'un phénomène reproductible directement lié à l'aptitude physique, et non pas une cotation arbitraire.

Elle permet alors de classer de façon bien plus nuancée, les sujets selon leurs possibilités de satisfaire aux exigences métaboliques d'un travail donné.

2) La mesure effective de la $\dot{V}O_2$ Max :

Elle implique l'exécution d'un exercice mettant en jeu plus des deux tiers de la musculature totale.

Elle nécessite l'application de techniques qui permettent de mesurer la consommation d'oxygène au cours du travail.

Elle exige l'appréciation du moment où la consommation d'oxygène mesurée est une consommation maximale.

Une succession d'exercices d'intensité croissante est imposée au sujet. Pour chaque intensité de travail, après quelques instants, le sujet équilibre la prise d'oxygène avec sa consommation instantanée : c'est le "Steady State" "état stable".

La fréquence cardiaque se stabilise de la même manière. La dette d'oxygène contractée au début de l'exercice n'augmente pas et sera payée pendant la période de récupération.

A un moment donné, malgré l'augmentation de l'intensité du travail, la consommation d'oxygène reste constante au niveau atteint lors de l'exercice précédent. C'est la consommation maximale d'oxygène.

L'emploi d'un exercice sur tapis roulant est un bon moyen de déterminer pratiquement la $\dot{V}O_2$ Max.

Il est préférable de maintenir une vitesse constante de 11,265 km/heure (7 miles/heure) et d'augmenter graduellement la pente (3 %) plutôt que d'employer une vitesse croissante avec une pente donnée.

On peut tout aussi bien utiliser une bicyclette ergométrique. Un step-test a aussi été employé pour cette mesure.

Pour atteindre une consommation maximale d'oxygène, il faut choisir un temps d'exercice assez court (3 minutes) afin que tout individu, quelle que soit sa forme, puisse finir l'épreuve.

L'air expiré est recueilli pendant la minute comprise entre 1mn 45s et 2mn 45s après le début du travail. La consommation d'oxygène est mesurée à partir de cet échantillon.

On renouvelle le test plusieurs fois de suite, à un jour d'intervalle, en augmentant le travail lors de chaque nouvel exercice.

La prise maximale d'oxygène est atteinte lorsque la consommation d'oxygène atteint un plateau. Mais sa détermination est longue et complexe, puisqu'elle implique la mesure d'échanges gazeux respiratoires, lors d'un exercice d'intensité maximale, donc un matériel important (métabogramme de FLEISCH) et un personnel spécialisé.

Il existe une méthode par palier qui est moins fiable.

3) Méthode d'estimation indirecte de la $\dot{V}O_2$ Max :

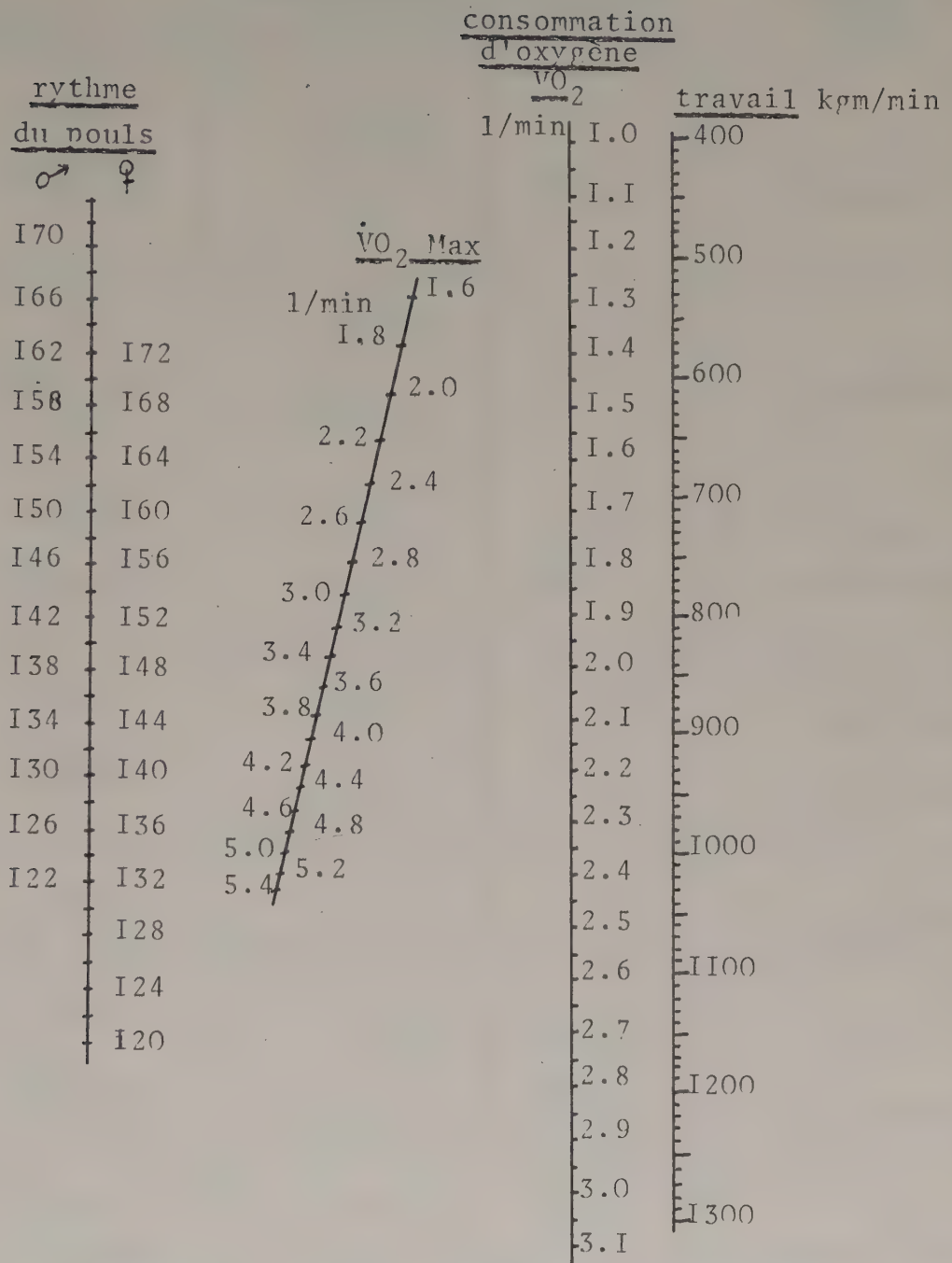
Per Orlof ASTRAND et Irma RYHMING réussirent à mettre au point une méthode simple, facilement utilisable, indiquant la $\dot{V}O_2$ Max avec une assez bonne approximation.

Ils partirent de la constatation de PITTELOUP, qu'il existe une relation linéaire entre la fréquence cardiaque et la puissance d'un exercice.

Ils ont contrôlé expérimentalement au cours d'exercices d'intensité croissante, les bonnes corrélations existant entre la puissance d'un travail, la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque.

La construction d'un normogramme à partir de ces données permet la détermination de la capacité aérobie. (voir schéma page 33).

De nombreux auteurs ont vérifié la bonne corrélation existant entre la mesure directe de la consommation maximale d'oxygène et la mesure indirecte par simple lecture de l'abaque d'ASTRAND et RYHMING.



NORMOGRAMME POUR LE CALCUL DE LA CAPACITE AEROBIQUE
A PARTIR DES VALEURS DE LA FREQUENCE CARDIAQUE
ET DE LA PUISSANCE DU TRAVAIL SUR BICYCLETTE EPGOMETRIQUE

(d'après P.O. ASTRAND et I. RYHMING)

		<u>Mesure directe</u>	<u>Estimation Indirecte</u>	<u>Nombre de sujets</u>
ASTRAND 1954	1/mn ml/kg/mn	4.09 (0.06) 58.6 (0.7)	4.12 58.4	27 entraînés
FLANDROIS 1962	1/mn ml/kg/mn 1/mn ml/kg/mn	3.46 (0.07) 50.4 (0.94) 2.80 (0.06) 43.5 (0.6)	3.275 47.0 2.85 (0.08) 44.04	30 entraînés 39 non entraînés
ROWELL et TAYLOR 1964	1/mn 1/mn	4.77 (0.34) 3.93 (0.47)	4.47 (0.39) 3.39 (0.56)	10 athlètes 7 non entraînés
DE VRIES 1965	1/mn	3.87 (0.53)	3.59 (0.61)	16 entraînés
GLASSFORD 1965	1/mn ml/kg/mn	3.485 (0.402) 46.31 (4.67)	3.714 (0.837) 49.30 (10.72)	34 non entraînés
FLANDROIS et LACOUR 1966	1/mn ml/kg/mn	3.069 46.6	3.100 46.9	73 non entraînés
TERASLINNA 1966	1/mn	2.89 (0.383)	2.85 (0.414)	31 non entraînés

(les chiffres entre parenthèses représentent les écarts types)

Certains auteurs ont calculé le coefficient de corrélation :

$r = 0,736$ pour DEVRIES,
 $r = 0,730$ chez les sujets entraînés de FLANDROIS,
 $r = 0,620$ chez les sujets non entraînés de FLANDROIS.

FLANDROIS trouve une corrélation significative au seuil de 0,01.

On peut dire avec GLASSFORD :

"La relation entre les valeurs du normogramme "d'ASTRAND et RYHMING et les valeurs déterminées par "n'importe quelle technique directe, est aussi bonne que "la relation existant entre les valeurs de n'importe les- "quelles des mesures directes".

En effet, chez les 34 mêmes étudiants, 3 mesures directes et 1 mesure indirecte furent pratiquées :

TAYLOR, BUSKIRK et HENSCHER par tapis roulant :

3,758 l/mn, soit 50,02 ml/kg/mn.
(0,327) (4,43)

MITCHELL, SPROULE et CHAPMAN par tapis roulant :

3,7 l/mn, soit 49,86 ml/kg/mn.
(0,420) (5,65)

ASTRAND par bicyclette ergométrique :

3,85 l/mn, soit 46,31 ml/kg/mn.
(0,420) (4,67)

ASTRAND et RYHMING par leur normogramme :

3,714 l/mn, soit 49,30 ml/kg/mn.
(0,837) (10,72)

DIDISHEIM conclut également que la relation est étroite entre les deux méthodes : "La corrélation entre ces deux valeurs est assez bonne, quel que soit l'âge du sujet testé, en tenant compte du facteur correctif pour l'âge d'ASTRAND".

ETUDE PERSONNELLE

I - METHODES UTILISEES :

Il nous semble que quatre sortes de tests d'aptitude à l'effort doivent être pratiqués pour compléter efficacement un examen clinique complet et orienté :

- un test d'effort dynamique explorant le coeur gauche.
- un test d'effort statique explorant le coeur droit.
- une mesure de la $\dot{V}O_2$ Max.
- une épreuve de l'anoxie en caisson étanche.

Les deuxième et quatrième tests ont surtout leur utilité dans des circonstances précises :

- plongée sous-marine,
- haltérophilie,
- vie en altitude,
" en aéronautique,
- alpinisme,
- parachutisme.

Nous nous sommes axés à étudier l'aptitude physique telle qu'on cherche à l'apprécier le plus couramment.

ETUDE PERSONNELLE

I - METHODES UTILISEES :

Il nous semble que quatre sortes de tests d'aptitude à l'effort doivent être pratiqués pour compléter efficacement un examen clinique complet et orienté :

- un test d'effort dynamique explorant le coeur gauche.
- un test d'effort statique explorant le coeur droit.
- une mesure de la $\dot{V}O_2$ Max.
- une épreuve de l'anoxie en caisson étanche.

Les deuxième et quatrième tests ont surtout leur utilité dans des circonstances précises :

- plongée sous-marine,
- haltérophilie,
- vie en altitude,
" en aéronautique,
- alpinisme,
- parachutisme.

Nous nous sommes axés à étudier l'aptitude physique telle qu'on cherche à l'apprécier le plus couramment.

A) LE STEP-TEST d'HARWARD :

I) Ses avantages :

Nous avons voulu d'abord faire ressortir de l'oubli ce test peu utilisé et pourtant semble-t-il le meilleur de tous ceux énumérés plus haut. Quelques remarques permettent de porter ce jugement :

- Sur l'intensité de l'exercice.

Souvent les tests sont d'une trop faible intensité et mettent en jeu un trop petit nombre de muscles; les adaptations cardio-respiratoires à l'effort ne sont pas sollicitées d'une façon assez importante et restent toujours en dessous de leurs possibilités. Aussi existe-t-il des différences assez minimes entre deux sujets ayant des aptitudes cependant très différentes. Les résultats sont influencés par la fréquence cardiaque de départ.

Il suffit d'avoir fait le test d'HARWARD une fois pour se rendre compte que l'effort est intense et que les adaptations cardio-respiratoires sont importantes. De plus la fréquence cardiaque de départ n'intervient pas.

- Sur la durée de l'exercice :

Dans certaines épreuves, il ne peut être question d'état stable, la durée de l'exercice demandé est trop courte. Par contre, dans le test d'HARWARD, le sujet atteint un "steady-state" qui pourra persister assez longtemps, la durée de cet état stable ne modifiant pas les caractéristiques du retour au calme. Le travail est normalement supporté. Le test n'explore pas obligatoirement les limites de l'aptitude du sujet, mais donne une bonne appréciation. Il arrive que l'importance du travail demandé soit telle que le "steady-state" ne s'établit pas et rapidement le test est interrompu par l'épuisement du sujet. Certains auteurs trouvent que 2/3 seulement des sujets terminent le test qu'ils jugent trop épuisant. (FLANDROIS-LACOUR).

Nous ne voulons pas risquer des accidents et suivant les conseils de F. PLAS, nous déconseillons la prati-

que de ce test chez tout sujet suspect d'anomalies cardiaques et chez toute personne dépassant 45 ans.

Mais chez des sujets jeunes, chez lesquels nous avons pratiqué ce test, il semble bien que le test est fatigant mais non épuisant.

- Sur la forme et la cotation du test :

L'interprétation des tests tels que LIAN, MARTINET, n'aboutit qu'à une évaluation peu précise de l'aptitude du sujet. Il est alors difficile de confronter les résultats de deux épreuves pratiquées par un même sujet à deux époques différentes et encore plus litigieux d'établir une comparaison valable entre deux sujets.

Le test d'HARWARD classe les individus selon des cotations chiffrées qui sont plus nuancées. Ses mesures du pouls sur 30 secondes sont assez précises.

- Sur la reproductibilité du test :

Les tests utilisant des flexions sur les jambes ou un pas de gymnastique, sont difficilement réalisables d'une manière absolument identique. "On peut apprécier les variations d'aptitude d'un sujet à assurer un travail qu'en le testant vis à vis d'un travail d'intensité égale à plusieurs reprises". (ROBIN).

C'est pourquoi le test d'HARWARD nous a semblé plus intéressant que les autres tests explorant le coeur gauche car l'effort est standardisé.

- Sur la motivation :

Lorsqu'une épreuve est intense et prolongée, comme l'est le test d'HARWARD, elle ne peut être poursuivie que si le sujet met en jeu, par sa volonté, toutes ses ressources physiques. Le facteur "motivation" intervient alors de façon prépondérante dans la réalisation de l'exercice, et il testera autant l'aptitude physique que la volonté de coopération du sujet.

Ce facteur motivation est intéressant à connaître pour l'aptitude à la compétition qui nécessite une volonté soutenue pour accepter les obligations de l'entraînement,

pour la coopération d'un sujet expertisé, d'un sujet candidat à un poste de travail.

Il est indispensable de faire comprendre aux sujets, l'utilité de telles épreuves.

2) Technique utilisée :

Nous utilisons un banc de 50,8 cm de hauteur, fixé solidement à une paillasse du laboratoire. Le dessus en bois permet d'éviter le glissement des sujets. Sur le sol nous disposons un tapis en caoutchouc anti-dérapant pour les hommes, et une planche en bois de 8,3 cm pour les femmes. Nous demandons aux sujets de venir en maillot de bain pour éviter tout poids superflu et toute gêne de mouvements.

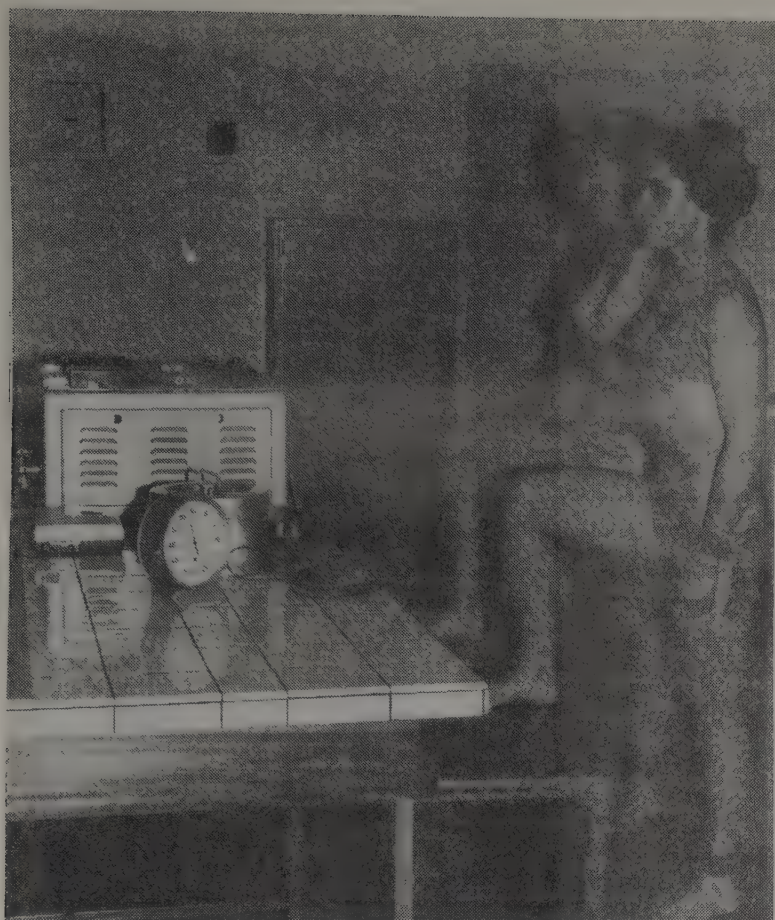
Le rythme est donné par une bande magnétique sur laquelle nous avons enregistré avec un métronome, les commandements I, 2, 3, 4, I, 2, 3, 4, I, 2,..... sur 5 minutes. Nous trouvons ce système préférable au métronome, car plus stimulant, plus facile à suivre pour un mouvement à quatre temps. Nous faisons toujours le test à deux personnes côte à côte pour augmenter la "motivation" en facilitant l'entraînement moral naturel, et en faisant jouer l'orgueil de chacun.

L'enregistrement de l'E.C.G. permet une mesure très précise de P_1 , P_2 , P_3 .

Les électrodes sont placées avant l'épreuve aux poignets et à la cheville gauche. Nous prenons un tracé de repos pour choisir la dérivation D_1 , D_2 ou D_3 qui présente la plus grande amplitude. Pour l'épreuve, nous retirons les fils en laissant les électrodes en place.

A la fin de l'épreuve, nous laissons tourner la bande magnétique qui nous donne les "top" pour les enregistrements de

I minute à I minute 30 secondes,
2 minutes à 2 minutes 30 secondes,
3 minutes à 3 minutes 30 secondes.



Step-Test d'HARWARD

Epreuve.



Step-Test d'HARWARD.

Mesures

Nous nous trouvons devant trois tracés de 30 secondes exactement, sur lesquels nous comptons P_1 , P_2 , P_3 .

Le calcul du coefficient d'aptitude nous est facilité par le tableau de GRANDPIERRE .

La douche est à la disposition des sujets après l'épreuve.

$\frac{\text{POULS :}}{P + P_1 + P_2}$	<u>COEF.</u>	$\frac{\text{POULS :}}{P + P_1 + P_2}$	<u>COEF.</u>	$\frac{\text{POULS :}}{P + P_1 + P_2}$	<u>COEF.</u>
I00	I50	I29	II6	I72-I73	87
I01	I49	I30	II5	I74-I75	86
I02	I47	I31-I32	II4	I76-I77	85
I03	I46	I33	II3	I78-I79	84
I04	I44	I34	II2	I80-I81	83
I05	I43	I35	III	I82-I84	82
I06	I42	I36	II0	I85-I86	81
I07	I40	I37-I38	I09	I87-I88	80
I08	I39	I39	I08	I89-I91	79
I09	I38	I40	I07	I92-I93	78
I10	I36	I41-I42	I06	I94-I96	77
I11	I35	I43	I05	I97-I98	76
I12	I34	I44	I04	I99-201	75
I13	I33	I45-I46	I03	202-204	74
I14	I32	I47	I02	205-206	73
I15	I30	I48-I49	I01	207-209	72
I16	I29	I50	I00	210-212	71
I17	I28	I51-I52	99	213-215	70
I18	I27	I53	98	216-218	69
I19	I26	I54-I55	97	219-222	68
I20	I25	I56-I57	96	223-225	67
I21	I24	I58	95	226-229	66
I22	I23	I59-I60	94	230-232	65
I23	I22	I61-I62	93	233-236	64
I24	I21	I63	92	237-239	63
I25	I20	I64-I65	91	240-243	62
I26	II9	I66-I67	90	244-247	61
I27	II8	I68-I69	89	248-250	60
I28	II7	I70-I71	88		

(d'après GRANDPIERRE)

B) L'ESTIMATION INDIRECTE DE LA $\dot{V}O_2$ Max,
selon ASTRAND ET RYHMING.

I) Ses avantages :

C'est sa valeur physiologique, comme nous l'avons vu, qui est surtout responsable de l'unanime intérêt qu'incite cette mesure de la $\dot{V}O_2$ Max.

C'est une méthode d'exécution facile et qui ne nécessite pas de calculs compliqués pour son interprétation. Elle ne demande aucune habileté physique particulière de la part du sujet et il suffit pour l'opérateur de pouvoir apprécier la fréquence cardiaque pour le comptage du pouls.

Nous avons choisi comme exercice, la bicyclette ergométrique car elle permet de faire un travail chiffré, comparable donc d'un sujet à un autre, et chez le même sujet d'une époque à une autre.

Elle nécessite un travail sub-maximal, donc nullement épuisant, que tous les sujets pratiquement peuvent accomplir sans danger. Elle ne nécessite pas de motivation.

Toutefois, l'exercice qui met en jeu d'importants groupes musculaires est suffisamment important malgré son intensité moyenne, pour que soit sollicité l'ensemble des régulations de l'organisme.

2) Technique utilisée :

Le sujet est installé sur la bicyclette ergométrique, torse nu, et nous plaçons deux électrodes dans le dos, sous scapulaires, et une électrode indifférente sur le rachis.

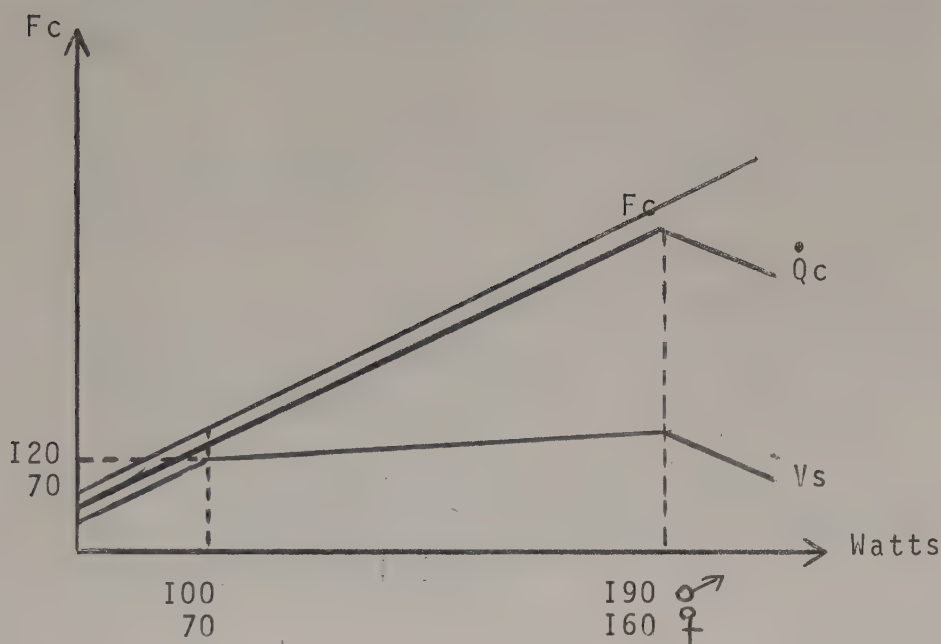
Un E.C.G. est enregistré au repos, pour écarter tout porteur d'anomalie, de 4 minutes à 4 minutes 30 secondes après le début de l'effort pour juger si le pouls est dans les normes.



$\dot{V}_{O_2}$ Max. sur bicyclette ergométrique

De 5 minutes à 5 minutes 30 secondes pour la mesure finale.

Les variations du débit cardiaque ($\dot{Q}_c$), de la fréquence cardiaque (F_c), du volume systolique (V_s), en fonction de la puissance de l'effort, peuvent être figurés comme suit :



Il convient donc que le volume systolique ne varie pas pour que le $\dot{Q}_c$ et la F_c varient parallèlement.

Ceci est réalisé si le pouls est supérieur à 120, et si la défaillance ventriculaire (diminution du $\dot{Q}_c$) n'est pas réalisée.

Pour cela nous contrôlons si le sujet est bien en état stable par les deux mesures effectuées.

Le travail à 60 tours/minute (conditions optimales : ASTRAND) est variable selon les individus car il convient de rester dans les limites de l'abaque d'ASTRAND et RYHMING et d'obtenir un travail nécessitant une consommation d'oxygène supérieure à 50 % de la $\dot{V}O_2$ Max.

Pour cela, il faut obtenir un pouls supérieur à 128 pour les hommes et 138 pour les femmes. (voir abaque page 45).

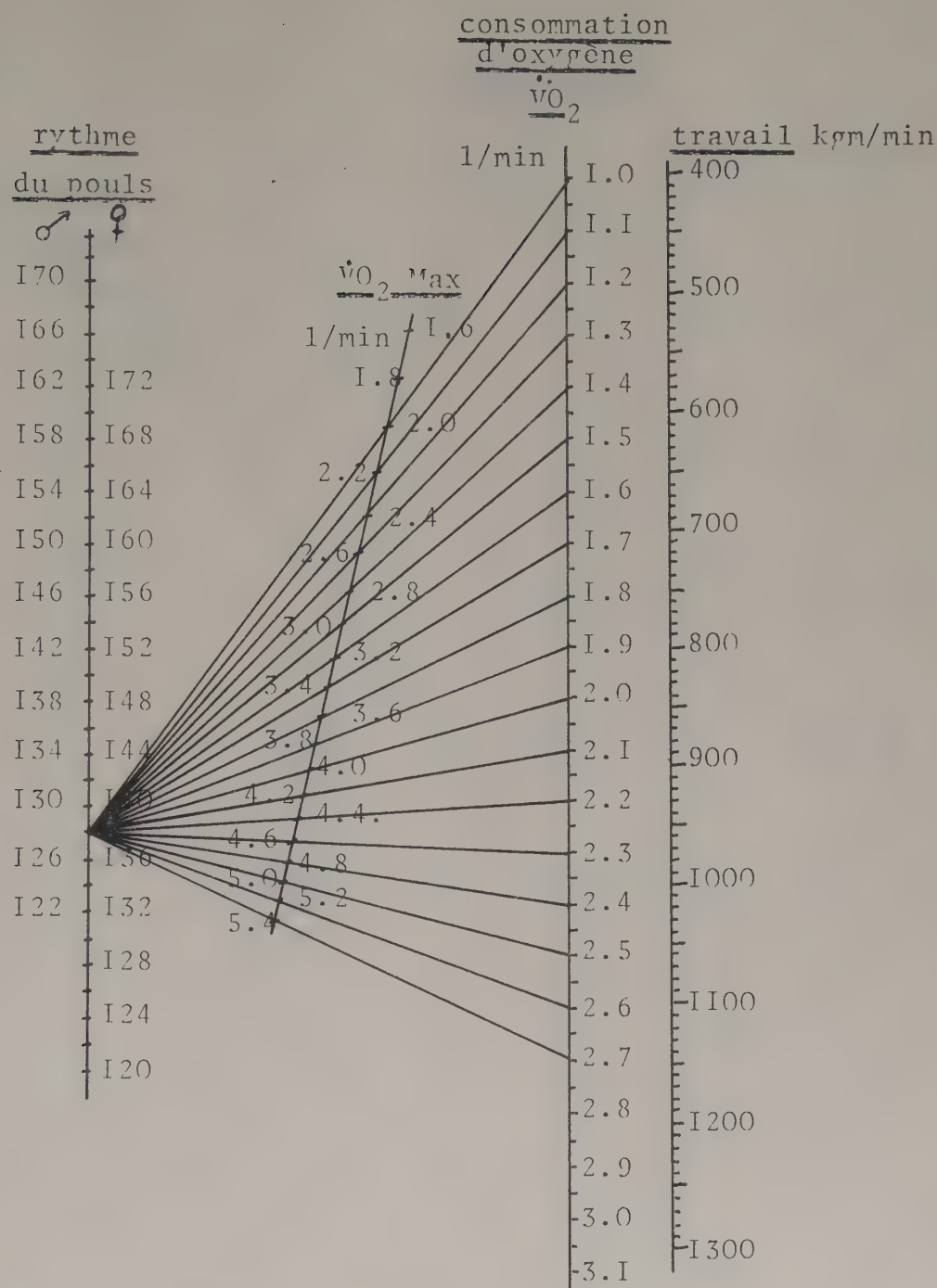
Il faut que le pouls demeure inférieur à 174 pour les hommes et 184 pour les femmes.

Pour les hommes, nous leur faisons développer une puissance de 120 W, 140 W ou 160 W suivant l'aspect extérieur et nous faisons refaire l'épreuve après repos et avec d'autres constantes si les résultats sortent de l'abaque.

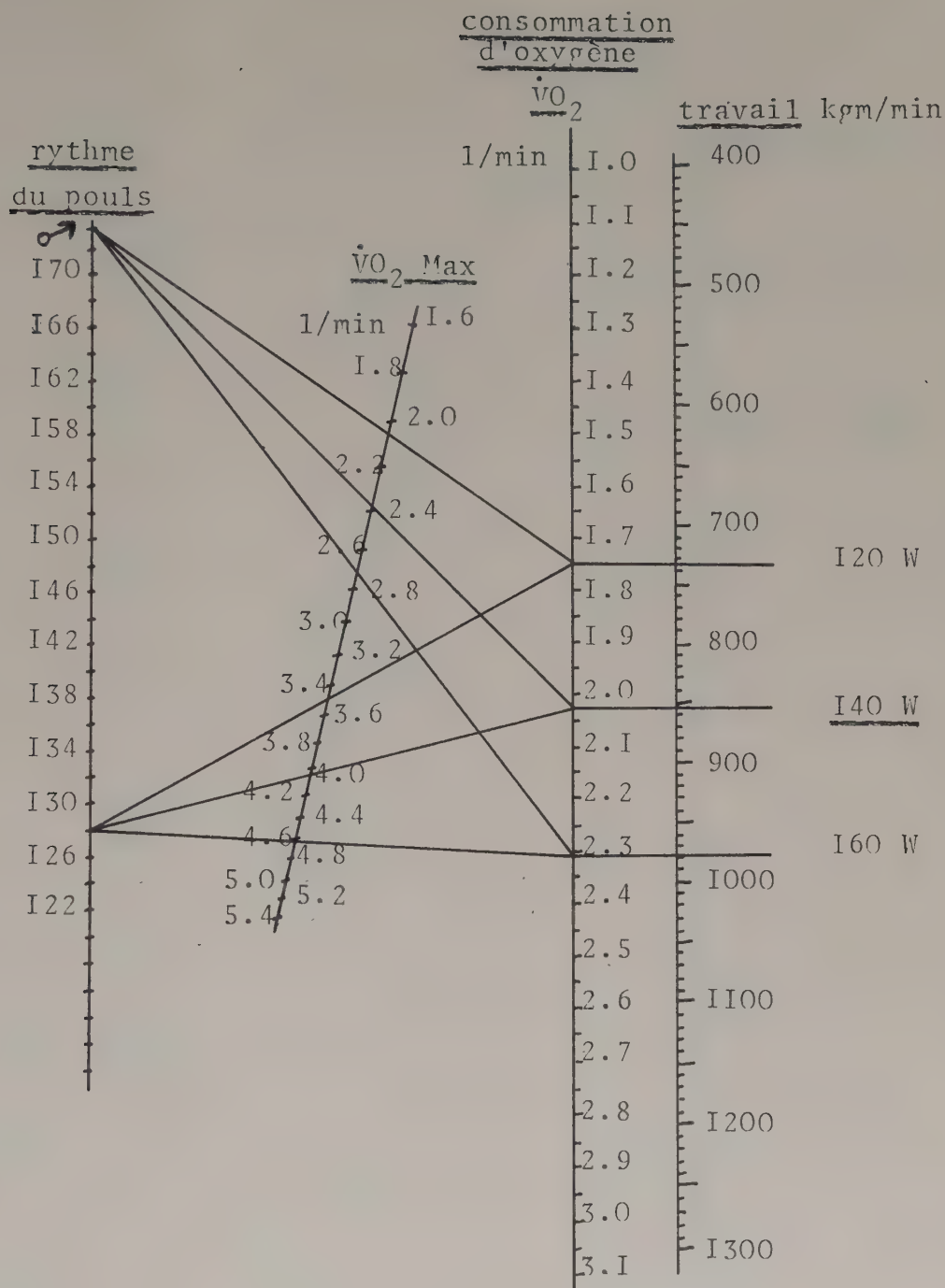
La ligne de conduite est la même avec les femmes, en commençant à 80 W, 100 W ou 120 W. (voir abaques pages 46 et 47).

Le tracé d'une horizontale correspondant au travail converti en Kgm/min nous indique la consommation d'oxygène nécessitée par le travail fourni.

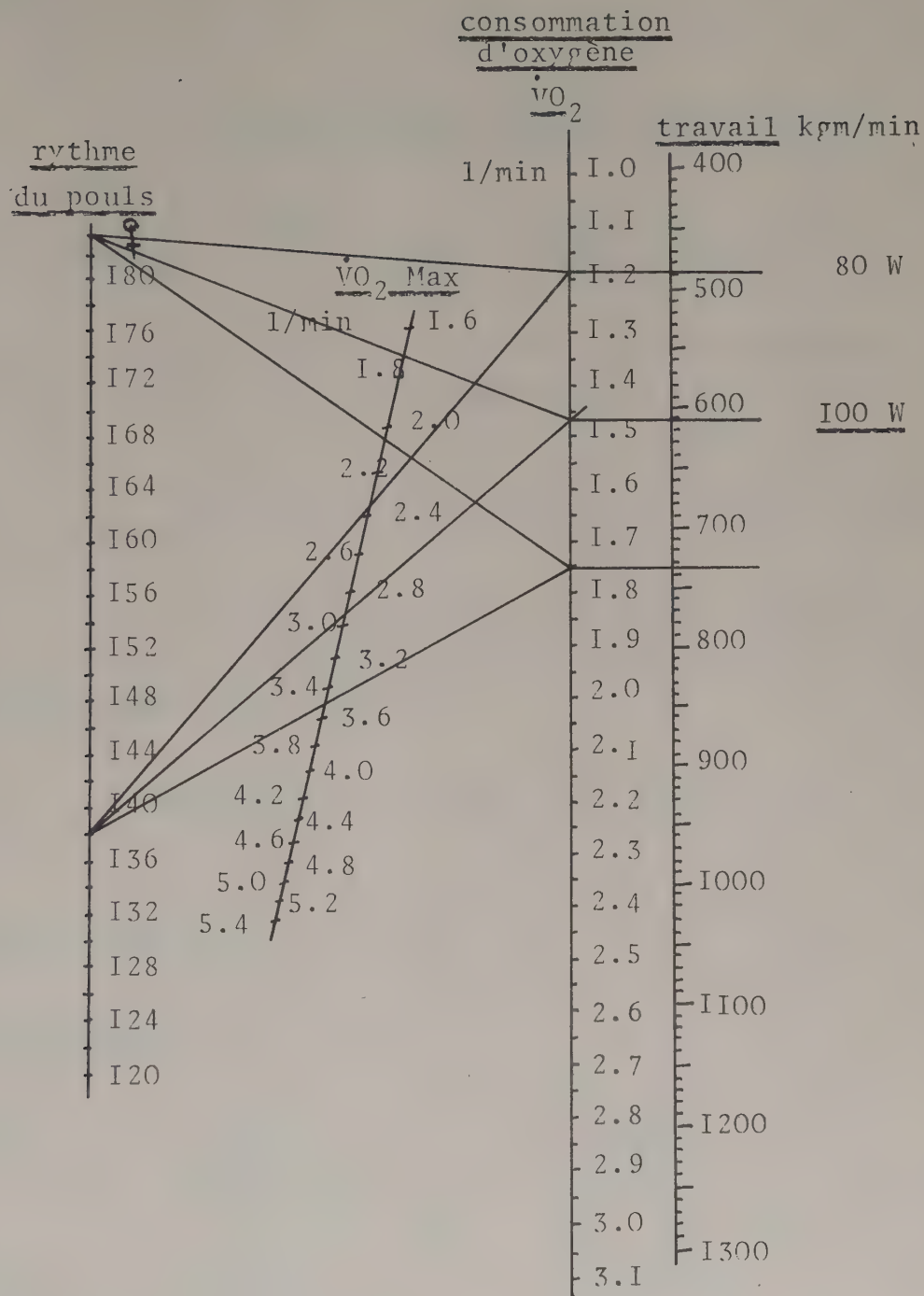
La droite joignant ce point au chiffre du pouls sur l'échelle de gauche, donne la $\dot{V}O_2$ Max par simple lecture au milieu du normogramme.



CONSOMMATIONS D'O₂
REPRESENTANT LA MOITIE DE LA $\dot{V}O_{2\text{Max}}$



NORMOGRAMME d'ASTRAND ET PYHNING
POUR LE CALCUL DE LA $\dot{V}O_2$ Max CHEZ LES HOMMES



NORMOGRAMME d'ASTRAND ET RYHMING
POUR LE CALCUL DE LA $\dot{V}O_2$ Max CHEZ LES FEMMES

II - LES SUJETS :

A) POPULATION D'ETUDIANTS EN MEDECINE :

Il s'agissait des étudiants en P.C.E.M. 2, au cours de séances de travaux pratiques de Physiologie.

Toutes les mesures ont été faites durant la même semaine, chaque année, à la même époque (fin Mars).

Les étudiants en P.C.E.M. 2, à cette époque de l'année, n'ont pas beaucoup de loisirs pour faire du sport.

On peut considérer, à de rares exceptions près, qu'il s'agit d'une population de jeunes intellectuels non entraînés aux pratiques sportives.

Nous avons rassemblé les résultats de :

I) Pour le Step-Test d'HARWARD :

- 155 étudiants :

<u>Age</u> :	Moyenne	: 20 ans, 875
	Ecart type	: 1,450
	Valeurs extrêmes	: 18 ans 1/4 - 24 ans 3/4
<u>Poids</u> :	Moyenne	: 65,950 Kg
	Ecart type	: 7,442
	Valeurs extrêmes	: 49,7 kg - 99,9 kg.
<u>Taille</u> :	Moyenne	: 175,854 cm
	Ecart type	: 5,923
	Valeurs extrêmes	: 160 cm - 191 cm.

Masse maigre :

Nous l'avons calculée d'après l'abaque de BOUCE.
Cette abaque se basant sur l'équation de COWGILL
et la formule d'ALLEN, a été construite après
une expérimentation sur des sujets étudiants en
P_{2A} à l'UER-EPS de Caen, en 1969-1970, 1970-1971.

Moyenne : 57,964 Kg
Ecart type : 5,160
Valeurs extrêmes : 44,7 kg - 78,4 kg.

Surface corporelle :

calculée d'après l'abaque de DUBOIS :

Moyenne : 1,803 m²
Ecart type : 0,119
Valeurs extrêmes : 1,50 m² - 2,28 m².

- 58 Etudiantes :

Age : Moyenne : 20 ans, 033
Ecart type : 1,426
Valeurs extrêmes : 17 ans 1/2 - 24 ans 1/2.

Poids : Moyenne : 55,221 Kg
Ecart type : 6,355
Valeurs extrêmes : 42 kg - 72,9 kg.

Taille : Moyenne : 164,138 cm
Ecart type : 6,129
Valeurs extrêmes : 145,5 cm - 176 cm.

Masse maigre :

Moyenne : 48,797 Kg
Ecart type : 4,709
Valeurs extrêmes : 38,8 Kg - 59,9 Kg.

Surface corporelle :

Moyenne : 1,589 m²
Ecart type : 0,112
Valeurs extrêmes : 1,36 m² - 1,86 m².

2) Pour la $\dot{V}O_2$ Max :

- 90 étudiants :

Age : Moyenne : 20 ans, 912
Ecart type : 1,424
Valeurs extrêmes : 18 ans 1/2 - 24 ans 3/4.

Poids : Moyenne : 65,411 kg
Ecart type : 5,809
Valeurs extrêmes : 51,7 Kg - 78,6 Kg.

Taille : Moyenne : 176,133 cm
Ecart type : 5,700
Valeurs extrêmes : 157 cm - 192 cm.

Masse maigre :

Moyenne : 57,848 Kg
Ecart type : 4,319
Valeurs extrêmes : 46,5 kg - 68,1 kg.

Surface corporelle :

Moyenne : 1,800 m²
Ecart type : 0,099
Valeurs extrêmes : 1,55 m² - 2,02 m².

- 94 étudiantes :

Age : Moyenne : 20 ans, 245
Ecart type : 1,379
Valeurs extrêmes : 17 ans 1/2 - 26 ans.

Poids : Moyenne : 55,849 kg
Ecart type : 6,947
Valeurs extrêmes : 42 kg - 70,6 kg.

Taille : Moyenne : 163,457 cm
Ecart type : 5,932
Valeurs extrêmes : 151 cm - 181 cm.

Masse maigre : Moyenne : 48,851 Kg
Ecart type : 4,798
Valeurs extrêmes : 39,8 kg - 62 kg.

Surface corporelle : Moyenne : 1,592 m²
Ecart type : 0,116
Valeurs extrêmes : 1,375 m² - 1,89 m².

B) POPULATION D'ETUDIANTS à l'UER-EPS :

Futurs professeurs d'Education Physique, ces étudiants ayant approximativement le même niveau intellectuel que les précédents, ont certainement un développement musculaire et un entraînement physique très différent de celui des étudiants en médecine.

Ce sont des étudiants qui ont toujours aimé le sport et souvent pratiqué plusieurs sports.

Ils ne doivent pas être considérés comme des athlètes de haute compétition; ils ne peuvent pas non plus être assimilés à des sportifs professionnels ni à des sportifs occasionnels.

Disons simplement que ce sont des "hommes de sport".

A ce titre, ils ont une motivation pour l'effort physique qui est nettement supérieure à celle des étudiants en Médecine.

Lors des séances de Travaux Pratiques de Physiologie qui ont lieu à la Faculté de Médecine, les tests eurent lieu durant la même semaine, chaque année au cours du mois de Mars.

Nous avons rassemblé les résultats de :

I) Pour le Step-Test d'HARWARD :

- 53 étudiants :

Age : Moyenne : 22,915 ans
Ecart type : 1,465
Valeurs extrêmes : 20 ans 1/2 - 27 ans.

Poids : Moyenne : 72,079 kg
Ecart type : 7,078
Valeurs extrêmes : 61 kg - 94 kg.

Taille : Moyenne : 177,047 cm
Ecart type : 7,194
Valeurs extrêmes : 161 cm - 195,5 cm.

Masse maigre :
Moyenne : 61,204 kg
Ecart type : 5,772
Valeurs extrêmes : 48,8 kg - 76 kg.

Surface corporelle :
Moyenne : 1,882 m²
Ecart type : 0,126
Valeurs extrêmes : 1,60 m² - 2,19 m².

- 80 Etudiantes :

Age : Moyenne : 21,839 ans
Ecart type : 1,191
Valeurs extrêmes : 19 ans 1/2 - 25 ans.

Poids : Moyenne : 58,178 kg
Ecart type : 5,423
Valeurs extrêmes : 47,6 kg - 70,4 kg.

Taille : Moyenne : 165,306 cm
Ecart type : 5,948
Valeurs extrêmes : 155 cm - 173,5 cm.

Masse maigre :

Moyenne : 50,472 kg
Ecart type : 3,656
Valeurs extrêmes : 42,5 kg - 58,2 kg.

Surface corporelle :

Moyenne : 1,632 m²
Ecart type : 0,088
Valeurs extrêmes : 1,44 m² - 1,82 m².

2) Pour la $\dot{V}O_2$ Max :

- 53 étudiants :

Age : Moyenne : 23,099 ans
Ecart type : 1,544
Valeurs extrêmes : 20 ans 1/2 - 27 ans.

Poids : Moyenne : 72,409 kg
Ecart type : 7,506
Valeurs extrêmes : 57,4 kg - 94 kg.

Taille : Moyenne : 176,491 cm
Ecart type : 6,832
Valeurs extrêmes : 161 cm - 195,5 cm.

Masse maigre : Moyenne : 61,211 kg
Ecart type : 5,738
Valeurs extrêmes : 48,8 kg - 75,9 kg.

Surface corporelle : Moyenne : 1,883 m²
Ecart type : 0,129
Valeurs extrêmes : 1,60 m² - 2,20 m².

- 105 Etudiantes :

Age : Moyenne : 21,714 ans
Ecart type : 1,204
Valeurs extrêmes : 19 ans 1/2 - 25 ans.

Poids : Moyenne : 57,618 kg
Ecart type : 5,694
Valeurs extrêmes : 42,2 kg - 70,4 kg.

Taille : Moyenne : 164,957 cm
Ecart type : 5,463
Valeurs extrêmes : 153 cm - 180 cm.

Masse maigre : Moyenne : 50,195 kg
Ecart type : 3,987
Valeurs extrêmes : 38,8 kg - 60,9 kg.

Surface corporelle : Moyenne : 1,625 m²
Ecart type : 0,095
Valeurs extrêmes : 1,35 m² - 1,86 m²

Pour l'âge, nous avons relevé les dates de naissance et compté en I/4 d'année.

L'âge, le poids et la taille n'ont malheureusement pas été notés en 1968-1969 et 1969-1970.

III - LES RESULTATS :

A) LE STEP TEST d'HARWARD :

Sur les tableaux récapitulatifs suivants, nous reportons les résultats obtenus par chacun de nos sujets des quatre groupes :

Médecine	♂	(156)
Médecine	♀	(60)
UER-EPS	♂	(94)
UER-EPS	♀	(113)

Nous y rapportons :

- Les mesures directes :
Age, poids, taille.
- Les mesures calculées par abaques :
Masse maigre, surface corporelle.
- Le pouls après l'effort :
Mesuré sur E.C.G. de 1 minute à 1 minute 30 secondes après la fin de l'épreuve.
- L'indice d'HARWARD.

STEP-TEST d'HARWARD

MEDECINE 

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M.MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u> (min)	<u>IND.</u>
001	18.75	78.3	189.0	69.3	2.04	132	085
002	19.00	59.2	169.0	52.4	1.67	166	067
003	20.50	67.0	170.0	56.0	1.77	180	070
004	21.75	71.8	178.0	61.6	1.89	132	084
005	19.00	72.0	174.0	59.8	1.86	146	074
006	19.50	58.0	172.0	52.8	1.68	150	074
007	21.75	65.1	172.0	56.0	1.76	124	087
008	21.75	49.7	160.0	44.7	1.50	146	073
009	21.00	55.0	177.0	52.8	1.68	162	067
010	22.50	60.0	179.0	56.1	1.76	142	074
011	21.00	63.0	179.0	57.8	1.79	148	075
012	22.00	56.6	167.5	50.6	1.63	136	082
013	20.25	61.0	172.0	54.3	1.72	132	085
014	19.25	70.0	184.0	63.0	1.91	140	083
015	21.75	64.6	178.0	58.1	1.80	144	079
016	21.50	71.1	183.0	63.1	1.92	134	080
017	23.00	56.0	173.0	52.1	1.66	142	080
018	23.50	73.5	172.5	59.7	1.86	144	076
019	19.00	63.0	175.0	56.2	1.76	130	084
020	19.25	60.3	171.0	52.9	1.71	174	063
021	21.75	71.8	175.0	60.2	1.86	158	068
022	21.25	65.0	175.0	57.3	1.78	162	074
023	22.00	56.7	173.0	52.6	1.67	158	068
024	23.00	69.3	172.0	57.9	1.81	172	064
025	19.00	65.2	175.0	57.4	1.79	140	075
026	21.50	58.0	170.0	52.1	1.67	176	060
027	21.50	75.6	170.0	59.7	1.87	180	057
028	19.75	89.0	191.0	74.5	2.18	142	069
029	20.00	63.0	167.0	53.4	1.70	156	074
030	18.25	70.5	179.0	61.3	1.88	178	058
031	21.50	74.5	180.0	63.6	1.93	160	067
032	21.00	55.6	164.0	49.2	1.60	140	075
033	24.75	61.5	179.0	57.1	1.77	126	088
034	23.75	76.0	176.0	62.5	1.92	150	075
035	20.75	56.8	166.0	50.4	1.62	132	084
036	22.25	63.0	169.5	54.2	1.73	150	055 *
037	19.75	66.0	184.5	61.0	1.87	164	068
038	20.00	62.0	176.0	56.1	1.76	154	072
039	19.75	66.0	180.0	59.4	1.83	156	070
040	19.00	62.0	179.0	57.2	1.78	134	083

(* l'astérisque correspond à un abandon)

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M.MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u> (min)	<u>IND.</u>
041	19.75	67.5	174.0	58.0	1.81	148	048 *
042	20.00	67.3	182.0	60.8	1.87	150	072
043	23.75	63.0	179.0	57.8	1.79	134	081
044	20.25	50.0	163.0	46.0	1.52	160	072
045	21.00	72.0	180.0	62.5	1.90	140	078
046	20.75	73.0	183.0	64.1	1.94	160	070
047	18.75	68.9	175.0	59.3	1.83	148	073
048	20.00	71.5	171.0	58.5	1.83	138	076
049	20.50	57.0	166.5	50.6	1.63	132	087
050	20.75	75.7	174.5	61.7	1.90	120	089
051	18.50	58.0	177.0	54.5	1.72	152	070
052	21.00	62.3	176.0	56.1	1.76	130	079
053	20.00	69.0	183.0	62.1	1.89	148	073
054	21.00	82.5	183.0	68.1	2.04	162	070
055	19.25	71.7	186.0	64.5	1.95	152	072
056	22.00	66.0	180.0	59.4	1.84	158	069
057	20.25	79.0	181.0	65.6	1.99	098	106
058	21.50	62.0	176.0	56.1	1.76	114	096
059	20.00	64.0	174.0	56.6	1.77	160	066
060	22.75	77.2	173.0	61.6	1.97	152	048 *
061	20.50	61.0	168.0	52.8	1.69	138	080
062	21.25	67.0	180.0	60.0	1.85	164	066
063	22.25	70.0	180.0	61.6	1.88	166	065
064	20.25	58.6	175.0	54.2	1.70	134	084
065	21.25	56.0	170.0	51.2	1.64	148	076
066	21.50	66.0	166.0	54.3	1.73	156	070
067	19.75	72.3	187.0	65.2	1.97	138	080
068	20.00	57.0	175.0	53.3	1.69	154	071
069	21.25	68.3	170.0	56.7	1.79	128	089
070	19.75	68.3	172.5	57.7	1.81	158	071
071	19.50	73.0	178.0	62.1	1.90	118	055 *
072	19.75	76.0	190.0	68.2	2.03	146	072
073	23.25	77.3	183.0	66.0	1.99	146	077
074	22.00	62.0	169.0	53.6	1.71	120	055 *
075	22.50	62.3	170.0	54.1	1.72	160	070
076	20.25	65.7	176.0	58.1	1.80	158	066
077	21.50	70.0	177.0	60.2	1.86	188	058
078	19.00	62.0	168.0	53.3	1.70	148	073
079	23.25	64.0	174.0	56.6	1.77	144	076
080	18.75	67.0	179.0	59.6	1.84	144	077
081	19.25	66.6	175.0	58.2	1.80	132	081
082	20.75	66.6	173.0	57.3	1.79	150	072
083	22.00	99.9	190.0	78.4	2.28	146	052 *
084	20.75	72.0	183.0	63.7	1.93	148	074
085	20.75	59.5	175.5	55.5	1.73	130	083
086	19.75	63.0	170.0	54.5	1.73	140	079
087	24.75	67.0	177.5	59.3	1.83	128	084
088	20.25	63.7	175.5	56.8	1.77	154	071
089	20.75	60.6	162.0	50.3	1.64	158	069
090	19.00	57.7	178.0	54.7	1.72	172	060

(* l'astérisque correspond à un abandon)

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u> (min)	<u>IND.</u>
091	19.75	60.2	169.5	53.0	1.69	124	086
092	21.50	63.0	178.0	57.3	1.79	144	077
093	20.75	64.9	172.0	56.1	1.76	136	082
094	19.50	60.0	165.0	51.3	1.66	138	080
095	19.50	70.0	180.0	61.6	1.88	162	068
096	20.75	72.0	170.0	58.3	1.83	178	055*
097	23.25	72.0	177.0	61.2	1.88	160	070
098	19.25	72.8	181.0	63.2	1.92	142	076
099	22.00	69.2	185.0	63.0	1.91	140	077
100	21.50	78.0	182.0	65.9	1.99	158	072
101	20.50	84.4	185.0	69.9	2.08	148	077
102	23.25	62.0	174.0	55.4	1.75	148	075
103	20.00	68.9	173.0	58.4	1.82	134	080
104	22.75	64.2	179.0	58.3	1.81	156	068
105	20.50	60.9	176.0	55.7	1.74	136	083
106	19.00	62.0	182.0	58.2	1.80	172	064
107	20.75	76.7	183.0	65.2	1.98	172	063
108	19.75	56.0	169.0	50.8	1.63	150	074
109	20.00	60.0	180.0	56.5	1.76	156	072
110	21.75	63.5	174.0	56.2	1.76	140	077
111	20.75	64.8	177.0	57.8	1.80	152	075
112						180	048*
113	18.50	72.9	182.0	63.8	1.93	132	082
114	21.50	72.8	177.0	61.5	1.89	164	070
115	19.25	69.6	180.0	61.4	1.88	136	080
116	20.50	57.0	180.0	55.0	1.72	158	068
117	22.25	54.7	176.0	52.5	1.67	152	094
118	24.50	61.4	171.0	54.0	1.72	140	079
119	19.75	67.9	183.0	61.7	1.88	154	069
120	20.00	71.0	180.0	61.9	1.89	152	072
121	20.00	55.1	171.5	51.1	1.64	140	077
122	21.00	67.0	172.0	57.0	1.79	154	070
123	20.50	68.0	180.0	60.5	1.86	160	071
124	22.75	69.2	182.5	62.0	1.89	138	077
125	20.75	65.0	178.0	58.4	1.81	132	079
126	20.25	63.6	172.0	55.5	1.75	146	077
127	19.75	67.5	178.0	59.5	1.84	160	068
128	23.25	55.0	170.5	50.8	1.64	156	074
129	20.00	75.0	185.0	66.0	1.97	158	067
130	21.50	63.5	173.0	55.9	1.75	166	064
131	21.75	74.3	179.5	63.3	1.93	132	081
132	23.25	64.4	176.0	57.3	1.79	156	069
133	23.25	64.4	176.0	57.3	1.79	146	072
134	19.50	70.0	170.0	57.4	1.81	174	062
135	19.25	57.2	164.0	49.8	1.62	164	065
136	23.50	52.0	170.5	49.1	1.60	164	065
137	20.00	72.0	183.0	63.5	1.93	172	063
138	20.00	64.0	171.0	55.2	1.75	154	075
139	20.75	70.0	181.5	62.2	1.89	162	065
140	21.00	63.4	175.0	56.4	1.77	158	069

(* l'astérisque correspond à un abandon)

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
I41	22.50	55.3	162.0	48.1	1.58	154	069
I42	21.50	67.3	177.0	59.1	1.83	124	092
I43	20.50	57.0	174.0	53.0	1.68	168	062
I44	19.25	67.0	178.0	59.3	1.84	156	071
I45	24.25	75.4	185.0	66.0	1.98	136	079
I46	21.25	63.9	174.0	56.6	1.76	158	070
I47	18.25	60.0	178.0	55.8	1.75	156	070
I48	19.75	63.2	174.0	56.1	1.76	146	076
I49	20.00	57.0	173.0	52.7	1.68	172	064
I50	20.00	56.0	169.0	50.8	1.64	160	067
I51	19.25	62.5	177.5	56.9	1.77	152	075
I52	21.75	66.5	174.0	57.5	1.80	162	067
I53	19.25	68.8	180.5	61.2	1.87	140	076
I54	21.00	73.5	171.0	59.4	1.85	144	078
I55	22.25	69.8	182.0	62.1	1.89	140	076
I56	24.25	61.0	171.0	54.0	1.71	156	071

(* l'astérisque correspond à un abandon)

STEP-TEST d'HARWARD

MEDECINE ♀

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
001	20.00	48.0	160.0	44.0	1.47	144	074
002	20.50	53.0	157.0	45.4	1.51	144	074
003	18.25	57.0	161.0	48.5	1.59	144	076
004	19.25	58.0	168.0	51.6	1.65	158	069
005	20.50	55.0	164.0	48.7	1.59	152	073
006	19.75	56.0	162.0	48.4	1.58	168	063
007	22.00	62.0	172.0	54.7	1.73	166	068
008	20.25	48.6	153.0	42.3	1.43	160	071
009	19.00	45.0	158.0	41.9	1.42	136	079
010	20.00	52.0	156.0	44.6	1.49	152	075
011	20.00	49.6	161.5	45.3	1.50	178	038 *
012	18.25	65.0	175.0	57.3	1.78	168	068
013	20.25	59.0	166.0	51.3	1.65	120	088
014	19.50	56.6	165.0	49.8	1.61	146	078
015	20.00	67.0	169.0	55.7	1.76	142	080
016	24.50	56.8	164.0	49.5	1.61	184	048 *
017	19.75	59.2	170.0	52.7	1.68	156	070
018	20.50	51.5	156.5	44.5	1.49	140	081
019	18.75	60.0	171.0	53.4	1.70	156	067
020	18.75	57.0	164.0	49.6	1.61	160	068
021	23.00	51.5	172.0	49.4	1.60	142	077
022	19.25	54.3	165.5	48.9	1.59	150	073
023	20.50	53.0	168.0	49.0	1.59	166	062
024	17.50	58.0	166.0	50.9	1.64	134	048 *
025	20.25	45.5	165.0	44.1	1.47	150	075
026	19.50	49.9	159.0	44.7	1.49	144	078
027	21.00	46.6	145.5	38.8	1.36	170	052 *
028	18.50	55.3	171.0	51.0	1.64	150	072
029	20.25	72.9	173.0	59.9	1.86	142	081
030	19.50	55.2	172.0	51.3	1.65	126	048 *
031	18.25	50.2	162.0	45.7	1.52	152	052 *
032	21.75	66.5	172.5	57.0	1.78	120	048 *
033	22.25	57.8	160.0	48.4	1.59	172	063
034	18.25	50.8	161.0	45.7	1.51	142	077
035	22.50	58.8	170.0	52.6	1.67	162	067
036	18.50	59.0	162.0	49.7	1.62	128	038 *
037	19.00					132	084
038	21.25	66.5	172.0	56.8	1.78	146	075
039	20.50	54.3	167.0	49.4	1.60	132	048 *
040	21.50	56.3	163.0	49.0	1.60	126	038 *

(* l'astérisque correspond à un abandon)

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
041	19.50	62.0	174.0	55.4	1.75	176	062
042	18.75	43.8	160.0	41.6	1.42	166	066
043	20.50	51.8	158.0	45.2	1.51	130	083
044	19.75	59.0	172.0	53.2	1.69	144	075
045	19.75	42.0	155.0	39.1	1.36	170	064
046	20.25	47.7	158.0	43.2	1.45	178	038*
047	19.25	46.0	159.0	42.6	1.44	146	074
048	22.75	55.5	158.0	46.6	1.55	142	076
049	19.50	51.0	161.0	45.8	1.52	146	072
050	23.50	52.4	160.5	46.4	1.53	156	069
051	18.75	64.6	167.0	54.1	1.72	160	070
052	21.75	55.0	160.0	47.3	1.56	172	048*
053	19.50	50.4	162.0	45.9	1.52	164	066
054	18.50	53.6	162.0	47.4	1.55	168	067
055	20.00	57.6	166.5	50.8	1.64	148	072
056	20.00	52.0	164.0	47.3	1.55	148	074
057	18.25	63.0	176.0	56.6	1.77	136	083
058	19.00	52.8	162.5	47.2	1.55	176	048*
059	21.00	63.9	165.0	53.0	1.70	148	074
060	19.00					178	060

(* l'astérisque correspond à un abandon)

STEP-TEST d'HARWARD

UER-EPS ♂

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
001						122	091
002						122	088
003	23.75	73.5	183.0	64.5	1.94	110	101
004	22.50	67.0	176.0	58.4	1.82	124	091
005						100	101
006	23.25	74.0	180.0	63.4	1.93	142	079
007						132	081
008						124	089
009						130	087
010	24.25	72.0	177.0	61.2	1.88	124	096
011	23.75	66.0	175.5	57.8	1.80	140	078
012						082	147
013	26.75	69.0	174.0	58.7	1.83	126	087
014	21.75	80.0	182.0	66.6	2.01	124	089
015						130	085
016	24.75	65.2	173.0	56.4	1.77	120	090
017						132	086
018	22.00	76.0	178.5	63.6	1.94	122	091
019						148	075
020	23.75	68.2	172.0	57.3	1.80	116	091
021	24.50	77.9	180.0	65.0	1.97	124	090
022						150	078
023						116	089
024	23.25	65.0	167.0	54.1	1.73	128	087
025	24.00	61.8	165.5	52.2	1.68	130	086
026	22.00	77.4	181.0	65.3	1.97	140	081
027	22.50	74.8	189.0	67.3	2.00	150	073
028						128	084
029	23.50	70.2	171.5	57.9	1.82	132	083
030	23.00	64.8	166.0	53.8	1.72	138	083
031						138	079
032						134	085
033						128	090
034	21.00	79.00	183.0	66.4	2.00	142	077
035						126	085
036	20.50	71.5	179.0	61.8	1.89	146	076
037						120	093
038	23.50	61.0	168.0	52.8	1.69	142	079
039						138	079
040	24.00	72.4	172.5	59.5	1.85	110	094

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
041	21.75	69.0	166.0	55.5	1.76	I32	081
042	22.25	84.1	192.0	72.8	2.13	I26	090
043	22.75	76.5	177.0	63.0	1.93	I40	079
044	23.00	94.0	187.0	75.0	2.19	I30	086
045						I30	087
046	22.25	69.0	176.0	59.3	1.84	I08	I05
047						I14	094
048	26.50	87.0	195.5	76.0	2.19	I18	094
049	22.00	73.2	181.5	62.8	1.93	I16	093
050						I58	073
051	23.25	75.0	181.0	64.1	1.94	I20	095
052						I40	081
053	23.25	68.1	174.0	58.2	1.82	I36	084
054	23.75	83.9	187.0	70.6	2.09	I44	079
055						I00	I14
056						I34	085
057	21.25	74.6	185.0	65.6	1.97	I30	085
058						I16	099
059	21.50	74.1	181.0	63.7	1.94	I30	088
060						I28	085
061	24.75	69.6	170.5	57.4	1.81	I40	086
062	24.00	72.5	173.5	60.0	1.86	I38	082
063	24.00	76.6	185.0	66.6	2.00	I54	072
064						I14	096
065	20.75	63.0	177.5	55.7	1.78	I18	093
066						I26	089
067	23.00	57.4	161.0	48.8	1.60	I34	085
068	24.00	66.9	175.5	58.3	1.81	I44	077
069						I46	079
070						I40	079
071	20.75	72.8	175.0	60.6	1.87	I42	076
072	22.00	69.4	174.0	58.9	1.83	I12	097
073						I32	083
074						I22	092
075	22.00	71.6	174.5	59.8	1.86	I20	090
076						096	I19
077	22.00	76.0	185.0	66.4	1.99	I34	082
078						I58	074
079						I50	074
080	23.25	67.0	169.0	55.7	1.77	I14	096
081	27.00	74.6	172.0	60.3	1.87	094	I16
082	21.00	87.4	183.5	70.4	2.10	I46	079
083	23.00	69.2	171.0	57.4	1.81	I14	089
084						I50	078
085	23.00	65.0	173.0	56.4	1.77	I02	I09
086	22.75	76.5	179.5	64.1	1.95	I46	075
087						I64	048*
088						I10	I10
089	22.00	62.00	165.0	52.1	1.68	I22	098
090						I46	077

(* l'astérisque correspond à un abandon)

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M.MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
091	21.25	66.0	177.5	58.6	1.82	134	080
092	21.00	73.0	184.0	64.5	1.95	144	075
093						162	067
094	21.25	68.5	181.0	61.2	1.87	148	073

STEP-TEST d'HARWARD

UER-EPS ♀

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (Kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
001	22.25	65.4	169.5	55.3	1.75	110	103
002						148	074
003						108	112
004	25.00	62.4	167.0	53.0	1.70	104	109
005	21.00	63.4	167.0	53.4	1.71	126	088
006	20.75	55.7	167.5	50.1	1.62	134	087
007						118	097
008	20.50	64.1	172.0	55.8	1.75	136	085
009	25.00	58.7	170.0	52.5	1.67	144	076
010	22.50	50.2	160.0	45.0	1.50	118	096
011						134	079
012	21.00	59.4	169.0	52.6	1.68	132	083
013		51.0	163.0	46.4	1.53	150	074
014						130	083
015	21.25	62.3	165.0	52.2	1.68	144	075
016	23.00	61.5	166.5	52.6	1.68	110	101
017	21.50	70.4	170.0	57.7	1.81	136	084
018						132	080
019	21.50	54.2	160.5	47.2	1.56	148	076
020	21.00	54.5	168.0	49.9	1.61	142	076
021						128	087
022	21.25	56.0	166.0	49.8	1.61	088	129
023	21.75	50.0	159.0	44.6	1.49	148	075
024	22.00	47.8	159.0	43.5	1.46	120	095
025	22.00	62.00	169.5	53.9	1.71	102	114
026	21.50	51.9	167.0	48.3	1.57	136	082
027	21.25	56.6	167.0	50.5	1.63	132	084
028	19.75	57.8	166.0	50.9	1.64	150	071
029						138	079
030	24.00	64.0	167.5	54.0	1.72	130	089
031	22.50	59.0	157.0	47.9	1.59	130	086
032	21.25	55.5	164.0	49.0	1.60	130	091
033						130	086
034						140	082
035	22.00	61.0	156.5	48.5	1.61	130	090
036	22.25	52.0	163.0	46.8	1.52	118	097
037						126	093
038	19.50	55.6	162.0	48.4	1.58	100	103
039	22.75	61.0	163.5	51.1	1.66	122	088
040	23.50	59.2	170.0	52.8	1.68	126	087

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
041	22.00	61.1	170.0	53.6	1.70	136	080
042	20.25	55.5	157.0	46.3	1.55	130	085
043	21.25	69.5	172.5	58.2	1.82	148	077
044	20.00	54.6	162.0	47.9	1.57	158	069
045	23.25	56.0	156.5	46.5	1.55	126	090
046						134	082
047	22.00	60.6	170.0	53.4	1.70	130	090
048						142	079
049						122	090
050	22.75	56.0	171.0	51.5	1.65	102	109
051	22.25	70.1	165.0	55.4	1.77	142	086
052	20.75	48.1	161.0	44.3	1.48	144	075
053	22.75	54.0	166.0	48.9	1.59	130	088
054	20.50	63.0	172.0	55.3	1.74	120	096
055	23.00	62.3	173.0	55.3	1.74	130	086
056	21.75	68.1	173.5	58.0	1.81	140	081
057						140	083
058						142	079
059	22.00	48.0	155.0	42.5	1.44	120	093
060						126	091
061						128	085
062	21.75	58.9	170.0	52.7	1.67	148	073
063	22.25	54.4	171.5	50.9	1.63	122	092
064						144	082
065	21.75	54.7	164.0	48.7	1.58	128	085
066	22.75	66.3	168.0	55.2	1.75	142	079
067	23.00	57.8	167.0	51.2	1.64	142	078
068	22.25	51.8	159.0	45.6	1.51	098	105
069						116	096
070	21.00	58.0	162.0	49.4	1.61	154	071
071	20.25	52.6	162.5	47.1	1.55	144	079
072	22.50	58.7	165.0	50.8	1.64	120	100
073	21.00	62.6	171.0	54.6	1.73	150	075
074	21.25	66.0	172.0	56.5	1.77	132	083
075						134	085
076	20.75	47.6	165.0	45.2	1.50	108	104
077	23.25	65.4	165.0	53.6	1.72	144	082
078						160	065
079	22.50	56.5	164.0	49.4	1.60	150	074
080	22.75	50.1	163.5	46.1	1.52	126	090
081	22.50	66.8	169.0	55.8	1.76	110	102
082	21.50	55.5	162.0	48.3	1.58	132	085
083	23.00	52.8	161.0	46.8	1.54	154	071
084	19.75	59.6	167.0	52.0	1.66	144	077
085	22.50	55.0	163.0	48.4	1.58	142	076
086	23.75	59.0	156.0	47.5	1.58	128	089
087	21.75	54.5	157.5	46.3	1.54	148	077
088	23.75	59.0	161.5	49.6	1.62	120	091
089						124	091
090						122	094

	<u>AGE</u>	<u>POIDS</u> (kg)	<u>TAILLE</u> (cm)	<u>M. MAIGRE</u> (kg)	<u>SURFACE</u> (m ²)	<u>POULS</u>	<u>IND.</u>
091	22.00	61.2	169.0	53.4	1.70	156	069
092	23.50	64.0	172.0	55.7	1.75	130	085
093	19.75	59.7	169.5	52.9	1.68	096	120
094						192	074
095	23.50	53.8	160.5	47.0	1.55	142	081
096	19.75	57.6	157.0	47.3	1.57	146	077
097						106	110
098	22.00	53.3	168.5	49.4	1.60	108	102
099	20.50	53.8	158.5	46.3	1.53	130	087
100	21.00	57.6	168.5	51.5	1.65	110	096
101						152	071
102						092	125
103	20.75	56.8	160.0	48.2	1.58	102	100
104						140	074
105						152	074
106	21.25	66.5	159.5	51.9	1.69	120	093
107	20.75	57.6	160.0	48.4	1.59	116	098
108						130	080
109	22.00	61.0	168.5	53.1	1.69	102	104
110						118	096
111	20.25	63.7	160.5	51.2	1.66	136	081
112						134	082
113	22.75	54.5	162.5	48.0	1.57	128	089

Chaque sujet fut porté sur carte perforée afin de demander à l'ordinateur de nous donner les résultats.

I) Quelques remarques sont déjà à noter :

- Nous n'avons pas fait figurer le pouls de repos, car comme nous l'avons déjà dit, le Step-Test d'HARWARD permet d'éliminer la tachycardie émotionnelle en ne tenant pas compte du pouls de départ.

Les mesures que nous en avons faites ne correspondaient pas au rythme le plus bas chez les sujets, en groupe, ne se détendant pas assez pour permettre une mesure significative.

- Nous n'avons pas fait figurer ici non plus la répétition de ce test chez des sujets particulièrement motivés, désirant "améliorer" leur résultat.

Il s'est avéré que ces mesures répétées chez les mêmes sujets montraient une excellente fidélité du test avec une variation pour l'indice d'HARWARD de ± 2 .

- Nous notons sur les tableaux :

8 abandons sur 156 étudiants en médecine,
13 abandons sur 60 étudiantes en médecine,
1 abandon sur 94 étudiants de l'UER-EPS,
pas d'abandon sur 113 étudiantes de l'UER-EPS.

Deux sujets ont été éliminés de nos résultats pour incidents mécaniques en cours de test, mais totalement indépendants de l'aptitude physique.

A nous qui avons vu ces abandons, il nous est permis de dire que quatre des étudiants en médecine qui ont abandonné, auraient sûrement pu finir le test. Il en est de même pour huit étudiantes en médecine. Il est certain que pour les 10 abandons restants, le test semblait trop dur.

Ceci nous fait pour une population globale de 423 sujets des deux sexes, de 18 à 27 ans, un total d'abandon de 10 sujets, soit 2,36 %.

Nous nous permettons de conclure bien différemment des auteurs qui disent que 2/3 seulement des sujets terminent le test.

"L'épreuve est extrêmement brutale; beaucoup d'excellents athlètes ne peuvent pas la terminer ou la terminent presque "que lipothymiques".

Notre expérience qui ne concerne pas "d'excellents athlètes" ne semble pas confirmer ce que disait CHAILLEY-BERT !!

Il est certain que, comme le montre très bien P.O. ASTRAND, l'aptitude physique diminue avec l'âge et que notre population est dans l'âge le plus apte à faire des efforts.

2) Etude des résultats :

a) Le pouls après l'épreuve :

	<u>MEDECINE</u>		<u>UER-EPS</u>		<u>TOTAL</u>
	♂	♀	♂	♀	
Valeurs extrêmes	98 188	120 184	82 162	88 160	82 188
Moyenne	149,316	151,867	129,745	130,106	140,197
Ecart type	14,997	15,833	15,529	15,736	
N	156	60	94	113	423

Le Step Test d'HARWARD provoque une accélération du rythme cardiaque : pouls à 140 en moyenne, une minute après la fin de l'effort, ce qui n'est pas très élevé et semble montrer, comme nous le disions plus haut, que ce test est dur et fatigant mais non épuisant.

Nous constatons peu de différence entre étudiants et étudiantes, ce qui prouve que la modification apportée

par SLOAN pour les femmes est correcte.

Nous remarquons enfin une nette différence entre les étudiants en médecine et les étudiants de l'UER-EPS, confirmant bien que le coeur des sportifs possède une réserve à l'effort plus économique que celui des sujets non entraînés.

b) L'indice de HARWARD :

	<u>MEDECINE</u>		<u>UER-EPS</u>	
	♂	♀	♂	♀
Valeurs extrêmes	48	38	48	65
	106	88	147	129
Moyenne	72,968	66,750	86,872	87,248
Ecart type	9,146	12,837	12,361	12,117
N	156	60	94	113

Nous pouvons faire les mêmes remarques que précédemment pour ce qui est de la différence entre sujets entraînés et sujets non entraînés.

Les abandons dus à un manque de motivation semblent responsables de la différence entre étudiants et étudiantes en médecine.

Pour l'UER-EPS, la correction de SLOAN donne des résultats identiques entre étudiants et étudiantes.

Nous avons recherché si les différences étaient significatives par la formule :

$$\xi = \frac{|\bar{M}_A - \bar{M}_B|}{\sqrt{\frac{S^2_A}{N_A} + \frac{S^2_B}{N_B}}}$$

où $\bar{M}$ représente la moyenne
 S^2 représente la variance
 N représente le nombre des sujets des populations A et B.

Entre médecine ♂ et médecine ♀ :

$\chi^2 = 6,908$ différence significative à moins de $1/10^9$.

Entre médecine ♂ et UER-EPS ♂ :

$\chi^2 = 9,458$ différence significative à moins de $1/10^9$

Entre médecine ♀ et UER-EPS ♀ :

$\chi^2 = 16,346$ différence significative à moins de $1/10^9$

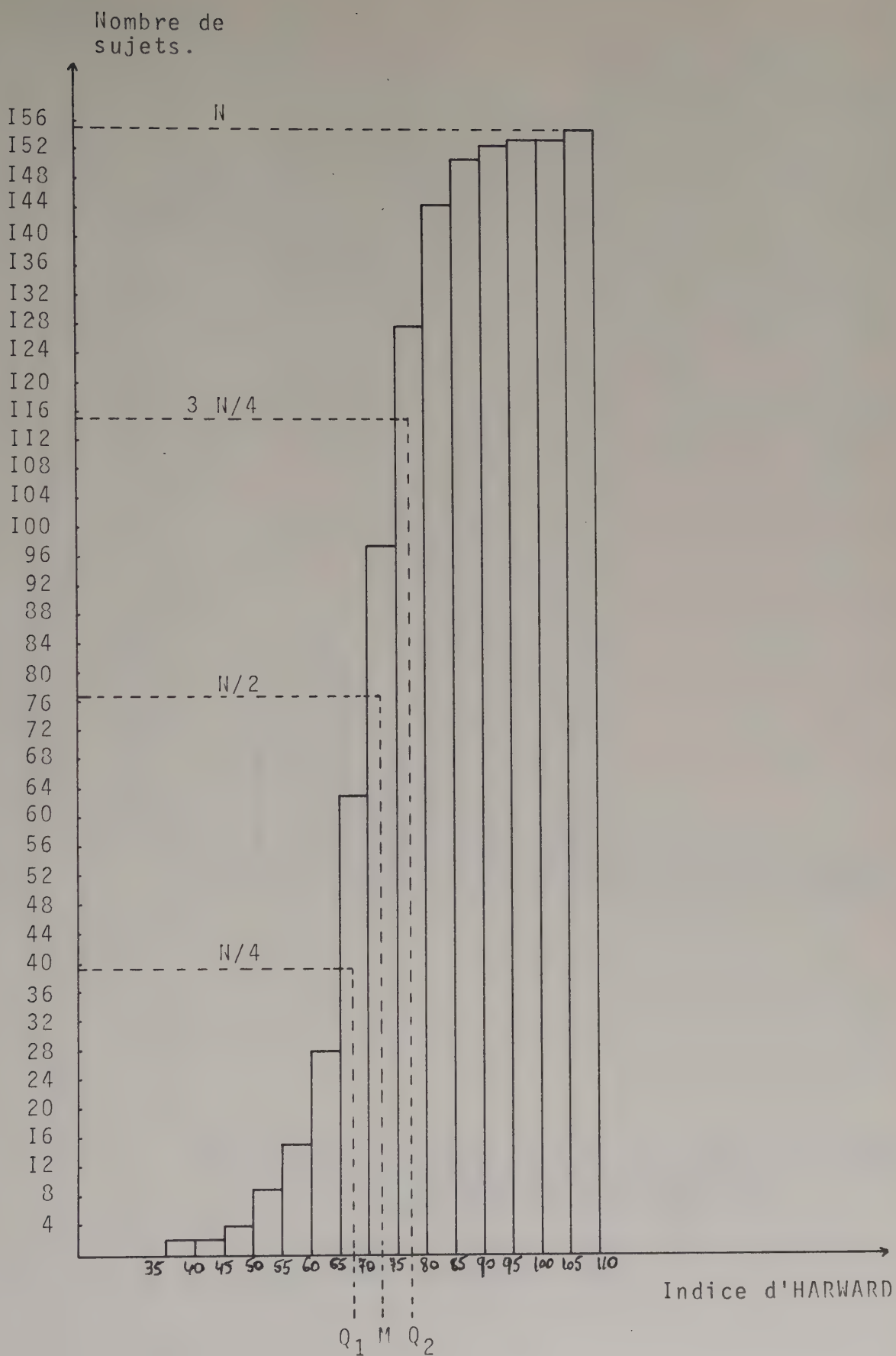
Entre UER-EPS ♂ et UER-EPS ♀ :

$\chi^2 = 0,219$ pas de différence significative.

Nous avons fait une étude des fréquences pour chaque population et une étude des effectifs cumulés en prenant des classes de 5 en 5.



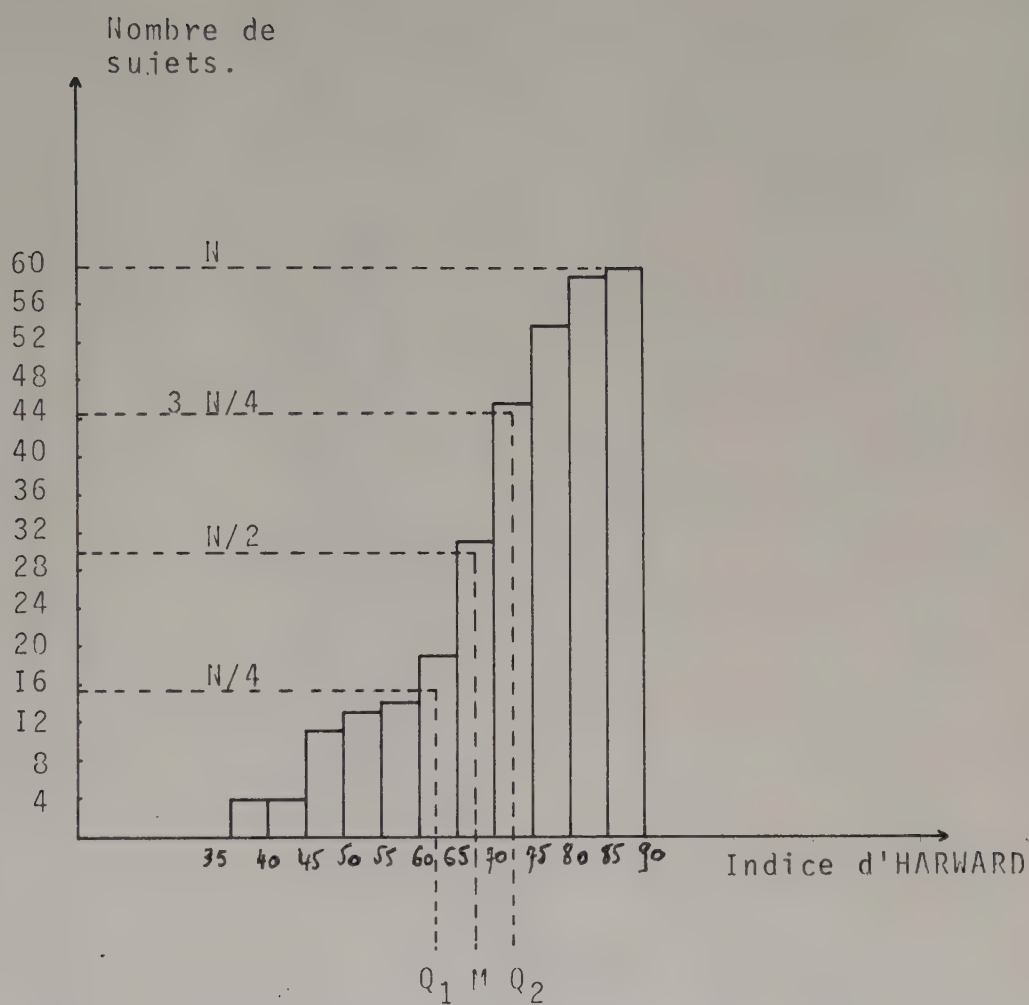
HISTOGRAMME DES RESULTATS DU STEP TEST d'HARWARD
CHEZ 156 ETUDIANTS EN MEDECINE



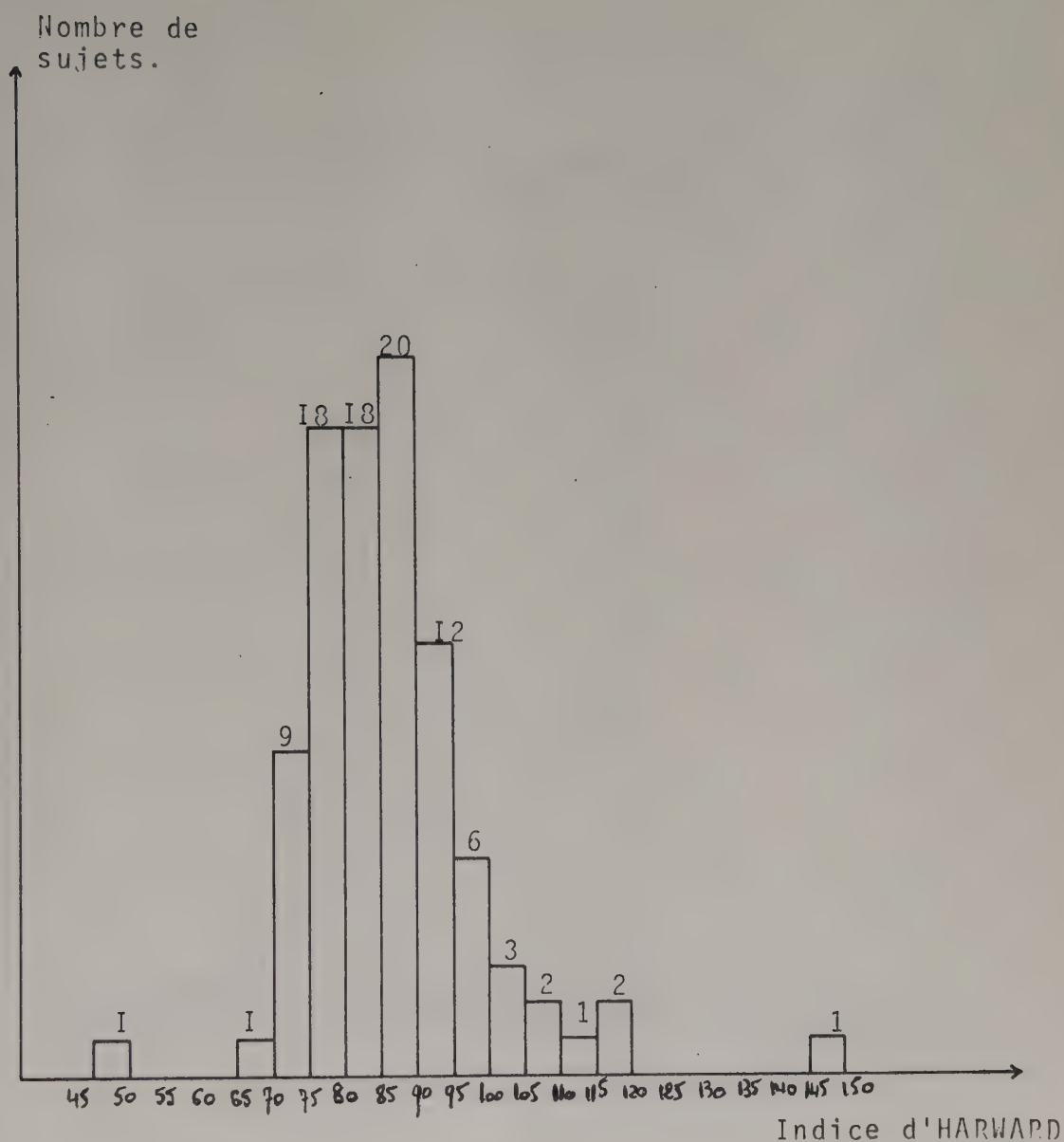
EFFECTIFS CUMULES DE L'INDICE d'HARWARD
CHEZ 156 ETUDIANTS EN MEDECINE



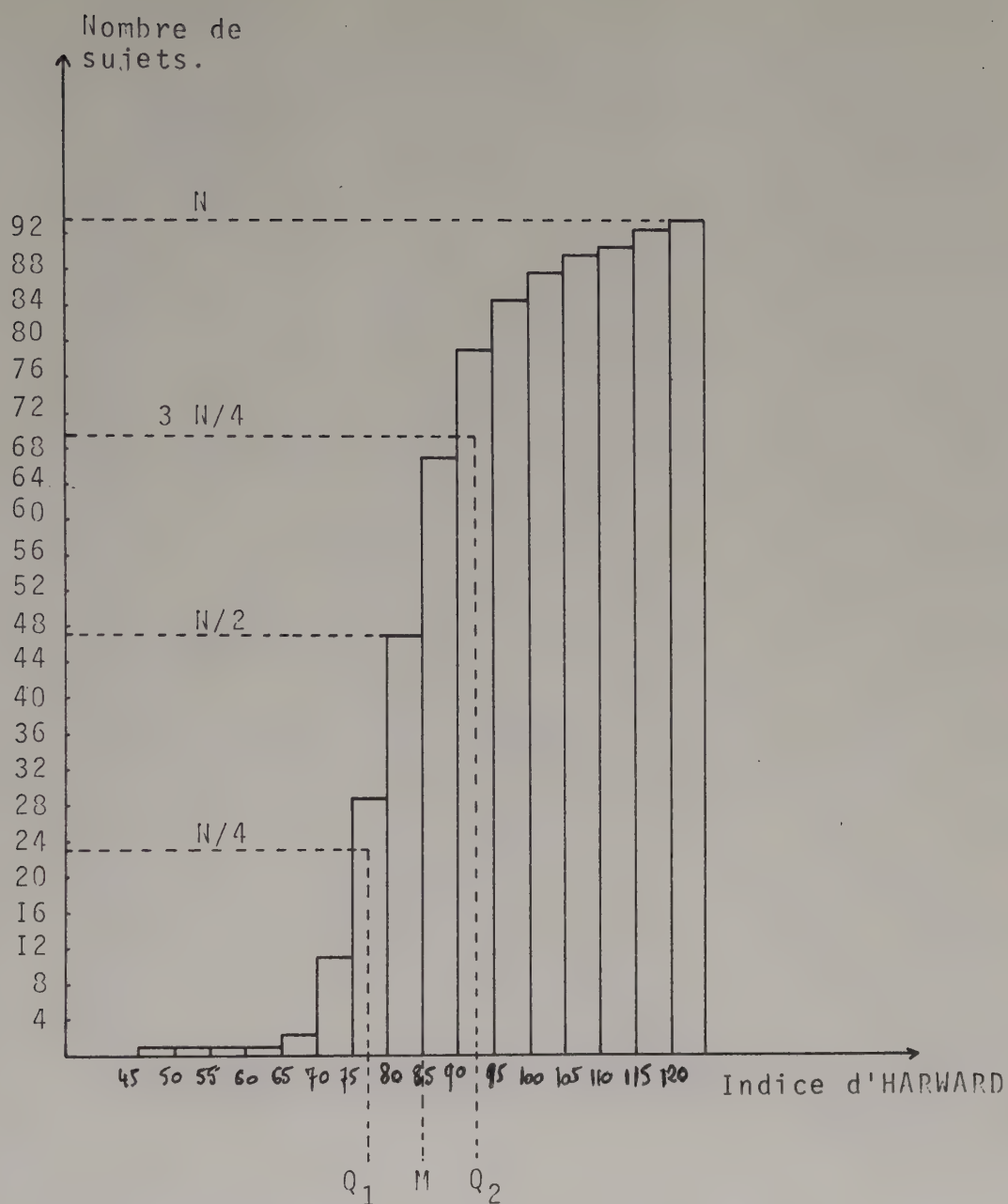
HISTOGRAMME DES RESULTATS DU STEP TEST D'HARWARD
CHEZ 60 ETUDIANTES EN MEDECINE



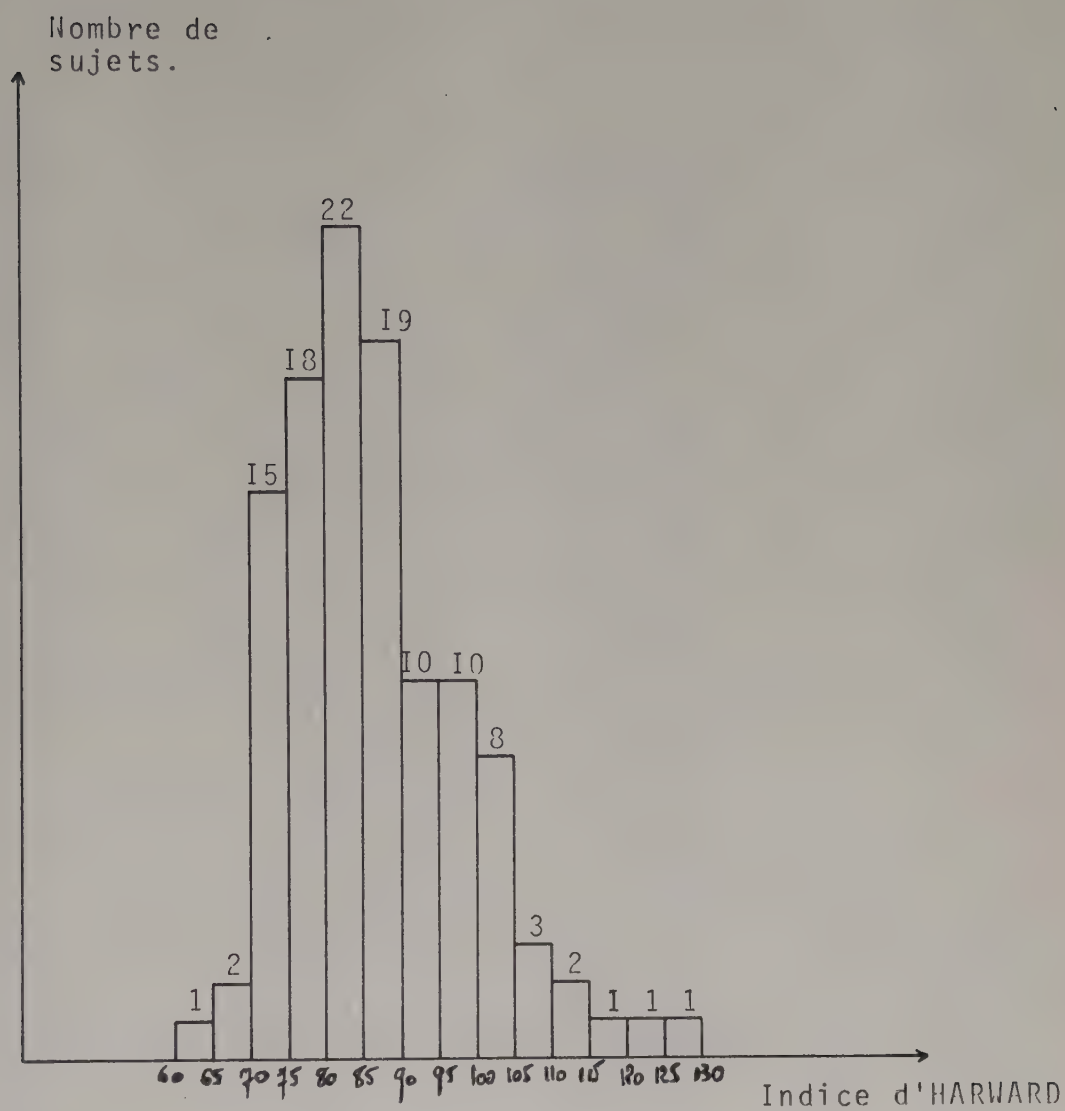
EFFECTIFS CUMULES DE L'INDICE d'HARWARD
CHEZ 60 ETUDIANTES EN MEDECINE



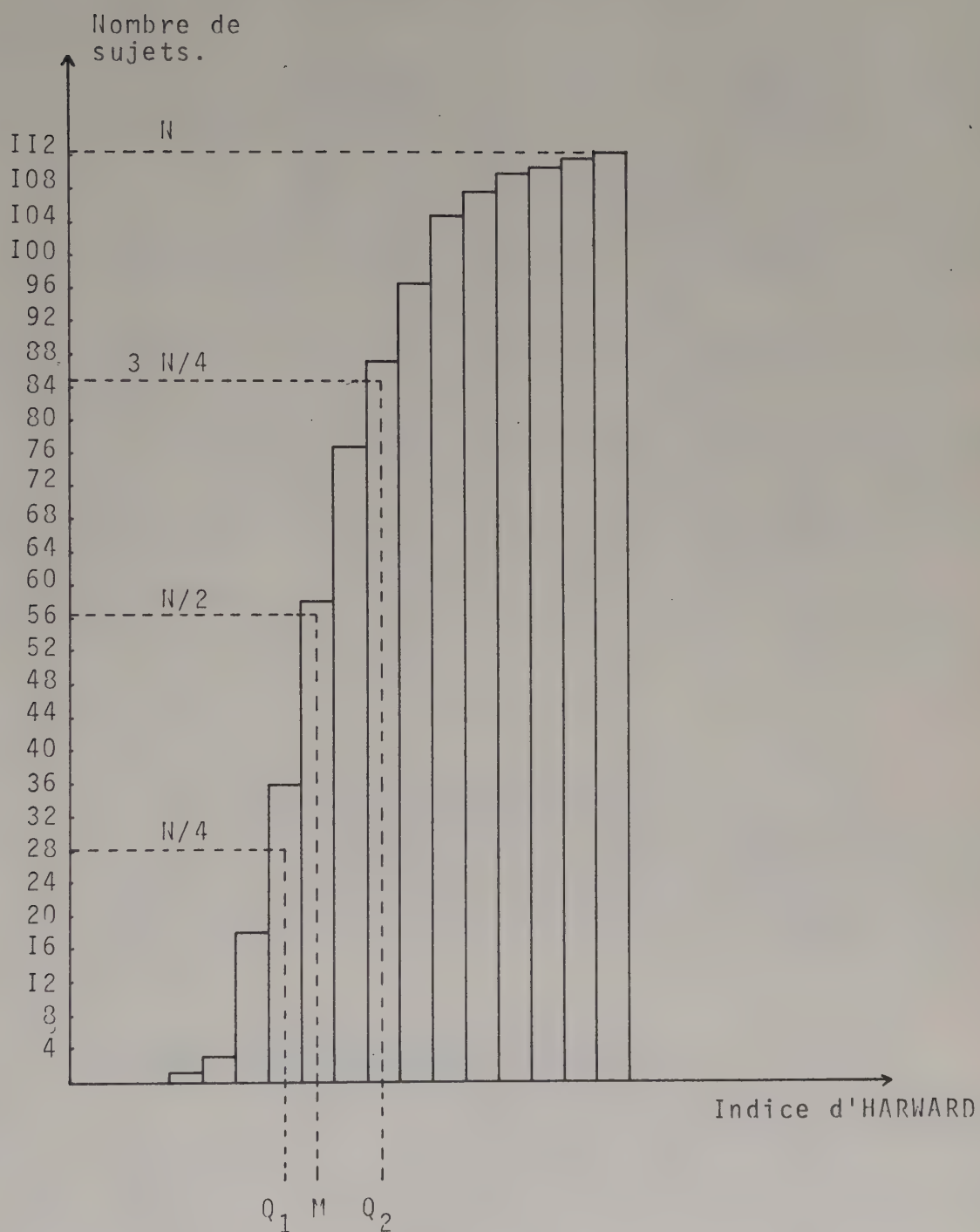
HISTOGRAMME DES RESULTATS DU STEP-TEST d'HARWARD
CHEZ 94 ETUDIANTS DE L'UER-EPS



EFFECTIFS CUMULES DE L'INDICE D'HARWARD
CHEZ 94 ETUDIANTS DE L'UER-EPS



HISTOGRAMME DES RESULTATS DU STEP TEST d'HARWARD
CHEZ 113 ETUDIANTES DE L'UER-EPS



EFFECTIFS CUMULES DE L'INDICE d'HARWARD
CHEZ 113 ETUDIANTES DE L'UER-EPS

Nous pouvons rassembler sur un tableau les éléments de ces études de fréquences :

	<u>MEDECINE</u>		<u>UER-EPS</u>	
	♂	♀	♂	♀
Mode	65-75	70-75	85-90	80-85
Médiane	70-75	65-70	85	80-85
Quartile inférieur	65-70	60-65	75-80	75-80
Quartile supérieur	75-80	70-75	90-95	90-95
Ecart interquartile	15	15	20	20

- Chez les étudiants en médecine :

L'histogramme montre que la répartition est régulière et symétrique. La médiane correspond à la moyenne arithmétique. 50 % des sujets sont compris entre 70 et 80.

- Chez les étudiantes en médecine :

L'histogramme est très faussé par le grand nombre d'abandons. La répartition est irrégulière et asymétrique. La courbe des effectifs cumulés montre une médiane correspondant à la moyenne arithmétique. 50 % des sujets sont compris entre 60 et 75.

- Chez les étudiants de l'UER-EPS :

L'histogramme montre une répartition légèrement irrégulière et légèrement asymétrique (allongé à droite). La médiane est très voisine de la moyenne arithmétique. 50 % des sujets sont compris entre 75 et 95.

- Chez les étudiantes de l'UER-EPS :

L'histogramme montre une répartition régulière et légèrement asymétrique (allongé à droite). La médiane est voisine de la moyenne arithmétique. 50 % des sujets sont compris entre 75 et 95.

Nous remarquons que l'écart interquartile est plus élevé chez les étudiants de l'UER-EPS et, ceci, entre la médiane et la quartile supérieur, ce qui explique l'asymétrie vers la droite des histogrammes.

Chez les étudiants de l'UER-EPS, garçons et filles, les valeurs étalées vers les plus forts résultats s'expliquent par le fait que nous trouvons parmi eux de véritables athlètes habitués à la compétition sportive.

Notons au passage que l'étudiant en médecine qui a un indice d'HARWARD à 106, est un champion régional d'aviron.

- c) Nous avons recherché ensuite s'il y avait une corrélation entre l'indice d'HARWARD et l'âge, le poids, la taille, la masse maigre, la surface corporelle.

- Chez les étudiants en médecine :

entre indice et âge :

coefficient de corrélation : 0,05312

test à partir du Z de Fisher : 0,653

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et poids :

coefficient de corrélation : 0,10079

test à partir du Z de Fisher : 1,243

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et taille :

coefficient de corrélation : 0,02848

test à partir du **Z** de Fisher : 0,350

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et masse maigre :

coefficient de corrélation : 0,04605

test à partir du **Z** de Fisher : 0,566

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et surface corporelle :

coefficient de corrélation : 0,07244

test à partir du **Z** de Fisher : 0,892

il n'existe pas de liaison significative.

- Chez les étudiantes en médecine :

entre indice et âge :

coefficient de corrélation : 0,09024

test à partir du **Z** de Fisher : 0,683

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et poids :

coefficient de corrélation : 0,09574

test à partir du **Z** de Fisher : 0,712

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et taille :

coefficient de corrélation : 0,09282

test à partir du **Z** de Fisher : 0,690

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et masse maigre :

coefficient de corrélation : 0,09810

test à partir du **Z** de Fisher : 0,730

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et surface corporelle :

coefficient de corrélation : 0,09523

test à partir du **Z** de Fisher : 0,708

il n'existe pas de liaison significative.

- Chez les étudiants de l'UER-EPS :

entre indice et âge :

coefficient de corrélation : 0,34367

test à partir du **Z** de Fisher : 2,533

il existe une liaison significative à moins
de 5 %.

entre indice et poids :

coefficient de corrélation : 0,11332

test à partir du **Z** de Fisher : 0,805

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et taille :

coefficient de corrélation : 0,19503

test à partir du **Z** de Fisher : 1,397

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et masse maigre :

coefficient de corrélation : 0,16326

test à partir du **Z** de Fisher : 1,165

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et surface corporelle :

coefficient de corrélation : 0,15646

test à partir du Z de Fisher : 1,115

il n'existe pas de liaison significative.

- Chez les étudiantes de l'UER-EPS :

entre indice et âge :

coefficient de corrélation : 0,07830

test à partir du Z de Fisher : 0,684

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et poids :

coefficient de corrélation : 0,00889

test à partir du Z de Fisher : 0,078

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et taille :

coefficient de corrélation : 0,12658

test à partir du Z de Fisher : 1,117

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et masse maigre :

coefficient de corrélation : 0,01703

test à partir du Z de Fisher : 0,149

il n'existe pas de liaison significative.

entre indice et surface corporelle :

coefficient de corrélation : 0,01493

test à partir du Z de Fisher : 0,131

il n'existe pas de liaison significative.

B) LA $\dot{V}O_2$ Max :

Sur les tableaux récapitulatifs suivants, nous rapportons les résultats obtenus par chacun de nos sujets des quatre groupes :

Médecine ♂ (92)

Médecine ♀ (95)

UER-EPS ♂ (104)

UER-EPS ♀ (148)

Nous y rapportons :

- Les mesures directes :

Age, poids, taille.

- Les mesures calculées par abaques :

Masse maigre, surface corporelle.

- Le pouls à la fin de l'épreuve avec la puissance de l'effort.

- L'estimation de la $\dot{V}O_2$ Max d'après le normogramme.

- Trois mesures calculées :

La $\dot{V}O_2$ Max rapportée au Kg de poids ($\dot{V}O_2$ Max/kg)

La $\dot{V}O_2$ Max rapportée au kg de masse maigre

($\dot{V}O_2$ Max/MM)

La $\dot{V}O_2$ Max rapportée au m² de surface corporelle

($\dot{V}O_2$ Max/S).

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/M ² ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/m ² min.
001	19.50	62.0	180.0	57.5	1.79	140	150	3.70	59.7	64.3	2.07
002	19.25	63.5	171.0	55.1	1.74	140	120	3.00	47.2	54.4	1.72
003	22.75	75.8	176.0	62.5	1.92	138	120	3.05	40.2	48.8	1.59
004	19.00	72.0	174.0	59.9	1.86	132	150	4.10	56.9	68.4	2.20
005	23.25	65.6	175.5	57.7	1.80	148	150	3.30	50.3	57.2	1.83
006	20.50	60.0	170.0	53.2	1.69	162	150	2.80	46.7	52.6	1.66
007	23.50	51.7	168.0	48.4	1.57	148	150	3.30	63.8	68.2	2.10
008	22.75	70.0	178.0	60.8	1.87	156	160	3.25	46.4	53.5	1.74
009	20.00	76.2	182.0	65.1	1.97	148	140	3.10	40.7	47.6	1.57
010	20.00	66.2	183.0	60.8	1.86	138	120	3.05	46.1	50.2	1.64
011	20.25	65.7	180.5	59.7	1.84	142	120	2.90	44.1	48.6	1.58
012	20.75	53.6	162.0	47.5	1.56	156	120	2.45	45.7	51.6	1.57
013	20.50	66.1	181.0	59.9	1.85	140	120	3.00	45.4	50.1	1.62
014	22.75	75.0	174.0	61.2	1.89	146	150	3.40	45.3	55.6	1.80
015	18.50	71.5	175.0	60.1	1.86	144	150	3.50	49.0	58.2	1.88
016	22.00	56.6	167.5	50.7	1.63	138	120	3.05	53.9	60.2	1.87
017	20.00	60.0	172.0	53.8	1.71	172	150	2.60	43.3	48.3	1.52
018	21.75	64.6	178.0	58.1	1.80	146	150	3.40	52.6	58.5	1.89
019	24.50	78.6	181.0	65.7	1.99	144	150	3.50	44.5	53.3	1.76
020	20.00	63.0	175.5	56.4	1.77	159	120	2.40	38.1	42.6	1.36
021	21.75	72.0	170.0	58.3	1.83	152	100	2.15	29.9	36.9	1.17
022	21.75	64.0	188.0	61.4	1.87	152	150	3.15	49.2	51.3	1.68
023	19.75	60.0	176.0	55.2	1.74	164	130	2.40	40.0	43.5	1.38
024	21.25	61.5	175.0	55.5	1.75	140	120	3.00	48.8	54.1	1.71
025	21.75	62.2	180.0	57.7	1.79	148	140	3.10	49.8	53.7	1.73
026	21.75	69.3	185.0	63.1	1.91	138	120	3.05	44.0	48.3	1.60
027	20.50	57.6	169.0	51.6	1.66	140	120	3.00	52.1	58.1	1.81
028	21.25	67.5	178.0	59.7	1.84	146	150	3.40	50.4	57.0	1.85
029	21.75	69.0	182.0	61.8	1.89	138	160	4.00	58.0	64.7	2.12
030	19.25	75.1	181.0	64.1	1.95	148	140	3.10	41.3	48.4	1.59

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2 \frac{\text{Max}}{l/min.}$	$\dot{V}O_2 \frac{\text{MaxP}}{ml/kg \text{ min.}}$	$\dot{V}O_2 \frac{\text{MaxM}}{ml/kg \text{ min.}}$	$\dot{V}O_2 \frac{\text{MaxS}}{l/min.}$
031	19.50	64.0	173.0	56.1	1.76	146	150	3.40	53.1	60.6	1.93
032	18.75	73.0	182.0	63.7	1.93	144	120	2.80	38.4	44.0	1.45
033	24.75	61.5	179.0	56.9	1.77	138	160	4.00	65.0	70.3	2.25
034	20.75	65.0	174.0	56.9	1.78	156	120	2.45	37.7	43.1	1.38
035	19.75	60.0	184.0	57.9	1.79	162	140	2.65	44.2	45.8	1.48
036	21.00	67.0	175.0	58.3	1.81	138	120	3.05	45.5	52.3	1.69
037	20.00	67.3	182.0	60.8	1.87	142	120	2.90	43.1	47.7	1.55
038	21.75	65.8	180.0	59.4	1.83	146	140	3.20	48.6	53.9	1.75
039	20.75	62.6	167.0	53.2	1.70	154	120	2.50	39.9	47.0	1.47
040	20.75	62.3	176.0	56.2	1.76	158	120	2.40	38.5	42.7	1.36
041	20.50	61.0	168.0	52.8	1.69	144	150	3.50	57.4	66.3	2.07
042	20.00	74.0	192.0	68.1	2.02	150	140	3.05	41.2	44.8	1.51
043	20.00	67.3	171.0	56.5	1.78	146	160	3.60	53.5	63.7	2.02
044	20.25	63.6	174.0	56.3	1.76	148	150	3.30	51.9	58.6	1.87
045	21.50	61.4	167.5	52.8	1.69	138	120	3.05	49.7	57.8	1.80
046	20.25	73.0	180.0	62.9	1.92	148	150	3.30	45.2	52.5	1.72
047	20.50	62.9	174.0	56.0	1.75	166	140	2.55	40.5	45.5	1.46
048	19.25	70.4	174.5	59.4	1.85	138	120	3.05	43.3	51.3	1.65
049	22.50					146	160	3.60			
050	21.00	69.7	177.5	60.4	1.86	144	160	3.70	53.1	61.3	1.99
051	22.50	67.0	175.5	58.4	1.82	152	120	2.55	38.1	43.7	1.40
052	20.25	66.0	178.0	58.9	1.82	140	120	3.00	45.5	50.9	1.65
053	19.75	64.9	172.0	56.1	1.76	148	120	2.70	41.6	48.1	1.53
054	19.50	55.7	157.0	46.5	1.55	142	120	2.90	52.1	62.4	1.87
055	21.75	69.0	173.0	58.2	1.82	146	150	3.40	49.3	58.4	1.87
056	20.00	62.0	172.0	54.7	1.73	156	150	3.00	48.4	54.8	1.73
057	22.75	67.9	173.0	57.9	1.80	158	120	2.40	35.3	41.5	1.33
058	19.25	60.0	171.5	53.6	1.70	160	120	2.35	39.2	43.8	1.38
059	19.25	61.8	176.5	56.2	1.76	158	120	2.40	38.8	42.7	1.36
060	20.75	66.7	182.0	60.7	1.86	138	120	3.05	45.7	50.2	1.64
061	20.50	64.0	175.0	56.8	1.77	156	150	3.00	46.9	52.8	1.69
062	18.75	59.0	174.0	54.0	1.71	168	160	2.90	49.2	53.7	1.70
063						170	150	2.60			
064	20.50	60.5	170.5	53.5	1.70	140	120	3.00	49.6	56.1	1.76
065	21.25	70.0	190.0	65.2	1.96	158	160	3.20	45.7	49.1	1.63

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/min.
066	19.25	65.0	175.0	57.3	1.78	164	160	3.00	46.2	52.4	1.68
067	21.25	60.6	174.0	54.8	1.73	152	120	2.55	42.1	46.5	1.47
068	20.50	60.4	172.0	54.0	1.71	146	120	2.75	45.5	50.9	1.61
069	21.25	74.0	178.0	62.5	1.91	142	160	3.80	51.4	60.8	1.99
070	22.25	54.7	176.0	52.5	1.67	166	140	2.55	46.6	48.6	1.53
071	24.75	64.3	176.0	57.4	1.79	168	120	2.15	33.4	37.5	1.20
072	19.00	63.0	179.0	57.8	1.79	144	160	3.70	58.7	64.0	2.08
073	20.00	65.1	176.0	57.7	1.80	162	140	2.65	40.7	45.9	1.47
074	20.00	75.0	185.0	66.0	1.98	162	150	2.85	38.0	43.2	1.44
075	20.00	72.2	184.0	64.1	1.94	138	120	3.05	42.2	47.6	1.57
076	20.50	57.2	170.0	51.7	1.66	162	140	2.65	46.3	51.3	1.60
077	22.75	75.9	182.0	65.0	1.96	146	150	3.40	44.8	52.3	1.73
078	20.50	59.1	175.5	54.6	1.72	144	120	2.80	47.4	51.3	1.63
079	20.75	76.2	181.5	64.8	1.96	166	140	2.55	33.5	39.4	1.30
080	21.75	62.1	173.0	55.1	1.74	156	120	2.45	39.5	44.5	1.41
081	22.00	55.0	173.0	51.6	1.65	166	150	2.70	49.1	52.3	1.64
082	22.25	64.2	171.5	55.5	1.75	170	120	2.10	32.7	37.8	1.20
083	22.00	65.7	178.0	58.8	1.81	154	120	2.50	38.1	42.5	1.38
084	19.00	67.0	181.0	60.4	1.85	150	150	3.25	48.5	53.8	1.74
085	20.50	71.5	178.0	61.5	1.89	144	120	2.80	39.2	45.5	1.48
086	20.75	73.5	182.0	63.9	1.94	168	150	2.70	36.7	42.3	1.39
087	20.50	60.5	173.0	54.1	1.72	156	120	2.45	40.5	45.3	1.42
088	19.50	64.2	177.0	57.7	1.79	148	150	3.30	51.4	57.2	1.84
089	21.25	67.0	183.0	61.2	1.87	148	150	3.30	49.3	53.9	1.76
090	19.75	69.4	178.0	60.5	1.86	154	120	2.50	36.0	41.3	1.34
091	24.25	61.0	171.0	54.0	1.71	164	150	2.80	45.9	51.9	1.64
092	24.25	61.0	171.0	54.0	1.71	150	150	3.25	53.3	60.2	1.90

$\dot{V}O_2$ Max

MEDECINE ♀

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/m ² min.
001	21.00	59.0	172.0	53.2	1.69	162	100	2.15	36.4	40.4	1.27
002	20.50	53.0	157.0	45.3	1.51	164	100	2.10	39.6	46.4	1.39
003	21.00	53.0	158.0	45.7	1.52	152	080	1.95	36.8	42.7	1.28
004	19.50	61.0	162.0	50.6	1.64	168	080	1.60	26.2	31.6	0.97
005	18.25	57.0	161.0	48.6	1.59	156	100	2.30	40.4	47.3	1.45
006	19.25	58.0	168.0	51.6	1.65	156	100	2.30	39.7	44.6	1.39
007	20.50	53.0	164.0	47.7	1.56	148	080	2.05	38.7	43.0	1.31
008	23.25	52.3	161.0	46.5	1.53	156	100	2.30	44.0	49.5	1.50
009	20.25	45.0	158.0	41.9	1.42	158	080	1.80	40.0	43.0	1.27
010	19.75	45.0	157.5	41.7	1.41	162	100	2.15	47.8	51.6	1.52
011	19.50	69.0	177.0	59.9	1.85	160	110	2.40	34.8	40.1	1.30
012	21.00	65.0	173.0	56.6	1.77	140	100	2.90	44.6	51.2	1.64
013	19.75	65.0	168.0	54.5	1.73	146	100	2.70	41.5	49.5	1.56
014	20.50	55.0	158.0	46.6	1.55	170	090	1.80	32.7	38.6	1.16
015	19.25	55.6	166.0	49.8	1.61	152	100	2.40	43.2	48.2	1.49
016	20.50	58.9	166.0	51.4	1.65	154	080	1.90	32.3	37.0	1.15
017	18.25	52.0	165.0	47.7	1.56	154	100	2.40	46.2	50.3	1.54
018	22.00	69.3	173.0	58.4	1.82	138	110	3.20	46.2	54.8	1.75
019	20.00	52.0	156.0	44.6	1.50	140	110	3.10	59.6	69.5	2.07
020	20.25	54.0	168.0	49.7	1.60	168	090	1.80	33.3	36.2	1.12
021	20.50	56.0	159.5	47.6	1.57	158	080	1.80	32.1	37.8	1.15
022	20.75	53.0	167.0	48.8	1.57	156	080	1.85	34.9	37.9	1.18
023	20.00	47.6	162.0	44.5	1.48	160	100	2.20	46.2	49.4	1.49
024	18.75	48.0	160.0	44.1	1.47	170	090	1.75	36.5	39.7	1.19
025	18.75	54.0	163.0	48.1	1.57	166	090	1.90	35.2	39.5	1.21
026	23.75	56.8	167.0	50.7	1.63	152	100	2.40	42.3	47.3	1.47
027	20.25	51.4	160.0	45.7	1.52	164	080	1.70	33.1	37.2	1.12
028	19.25	60.0	170.0	53.2	1.68	160	080	1.80	30.0	33.8	1.07
029	19.75	52.0	161.0	46.4	1.53	148	100	2.60	50.0	56.0	1.70
030	20.25	54.0	165.0	48.6	1.58	158	080	1.80	33.3	37.0	1.14

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/min.
031	21.50	51.0	166.0	47.4	1.55	156	100	2.30	45.1	48.5	1.48
032	26.00	54.0	165.0	48.6	1.58	164	120	2.50	46.3	51.4	1.58
033	19.75	59.2	170.0	52.8	1.68	150	100	2.50	42.2	47.3	1.48
034	23.00	44.0	154.0	40.0	1.38	162	080	1.75	39.8	43.8	1.27
035	22.00	66.4	169.0	55.4	1.76	154	080	1.90	28.6	34.3	1.08
036	20.00	57.0	165.0	50.0	1.62	164	080	1.70	29.8	34.0	1.05
037	21.00	47.2	163.0	44.5	1.48	166	090	1.65	35.0	37.1	1.12
038	20.00	56.0	165.0	49.6	1.61	168	100	2.00	35.7	40.3	1.24
039	21.00	70.6	167.0	56.5	1.79	164	100	2.10	29.7	37.3	1.17
040	20.75	56.8	151.0	44.9	1.52	162	080	1.75	30.8	39.0	1.15
041	23.00	54.2	152.5	44.4	1.50	152	080	1.95	36.0	43.9	1.30
042	18.75	49.9	160.0	44.9	1.50	150	080	2.00	40.1	44.5	1.33
043	20.00	60.1	175.0	54.9	1.73	156	080	1.85	30.8	33.7	1.07
044	18.75	69.3	163.0	54.4	1.75	156	100	2.30	33.2	42.3	1.31
045	18.50	55.0	156.0	45.8	1.53	154	120	2.80	50.9	61.1	1.82
046	19.50	46.0	158.0	42.4	1.43	174	100	1.90	41.3	44.8	1.32
047	19.50	48.6	156.0	43.1	1.45	174	080	1.50	30.9	34.8	1.03
048	20.00	52.0	157.0	45.0	1.50	164	080	1.70	32.7	37.7	1.10
049	19.25	64.0	163.0	52.4	1.69	160	080	1.80	28.1	34.4	1.07
050	21.75	53.9	157.5	46.0	1.53	158	100	2.25	41.7	48.9	1.47
051	20.50	48.2	157.5	43.3	1.46	158	080	1.80	37.3	41.6	1.23
052	20.25	45.5	165.0	44.1	1.47	144	100	2.70	59.3	61.2	1.83
053	19.50	47.7	158.0	43.2	1.45	168	080	1.60	33.5	37.0	1.10
054	19.75	43.0	155.0	39.8	1.37	170	100	2.00	46.5	50.3	1.45
055	19.50	60.0	172.0	53.8	1.71	148	100	2.60	43.3	48.3	1.52
056	22.00	63.5	167.0	53.6	1.71	160	100	2.20	34.6	41.0	1.29
057	21.75	66.5	172.5	56.9	1.79	156	080	1.85	27.8	32.5	1.03
058	19.00	65.7	165.0	53.7	1.72	148	080	2.05	31.2	38.2	1.19
059	19.50	52.9	163.0	47.4	1.55	152	100	2.40	45.4	50.6	1.54
060	21.75	65.0	163.0	52.7	1.70	152	100	2.40	36.9	45.5	1.41
061	19.00	42.0	161.0	40.7	1.39	170	080	1.60	38.1	39.3	1.15
062	18.75	60.0	165.0	51.4	1.65	164	090	1.90	31.7	37.0	1.15
063	21.00	66.0	170.0	55.7	1.76	140	100	2.90	43.9	52.1	1.65
064	20.75	61.8	176.5	56.2	1.76	142	110	3.00	48.5	53.4	1.70
065	21.00	54.0	159.0	46.5	1.54	162	100	2.15	39.8	46.2	1.40

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min.)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/min.
066	22.25	54.2	163.0	48.1	1.57	152	100	2.40	44.3		1.52
067	19.25	64.7	170.0	55.3	1.75	156	080	1.85	28.6		1.06
068	18.75	58.9	159.0	48.7	1.60	150	100	2.50	42.4		1.56
069	19.75	53.1	170.0	49.7	1.61	144	100	2.70	50.8		1.68
070	20.25	57.4	160.5	48.4	1.59	148	080	2.05	35.7		1.29
071	20.50	50.8	159.5	45.2	1.50	164	100	2.10	41.3		1.40
072	19.75	44.0	156.0	40.6	1.39	170	100	2.00	45.5		1.44
073	21.50	53.7	158.0	46.1	1.53	164	100	2.10	39.1		1.37
074	19.25	66.8	168.0	55.4	1.75	152	100	2.40	35.9		1.37
075	18.75	49.0	158.0	43.9	1.47	146	110	2.85	58.2		1.94
076	20.00	55.5	170.0	51.1	1.64	138	110	3.20	57.7		1.95
077	17.50	70.0	181.0	62.0	1.89	138	110	3.20	45.7		1.69
078	18.75	51.0	162.0	46.2	1.52	156	110	2.50	49.0		1.64
079	19.75	56.0	160.0	47.8	1.57	158	080	1.80	32.1		1.14
080	21.50	62.1	167.0	52.9	1.70	142	110	3.00	48.3		1.76
081	20.75	58.0	159.0	48.1	1.59	168	080	1.60	27.6		1.01
082	23.75					138	110	3.20			
083	19.75	51.0	161.0	45.8	1.52	154	080	1.90	37.3		1.25
084	18.50	54.6	168.0	49.9	1.61	156	100	2.30	42.1		1.43
085	20.25	57.0	161.0	48.6	1.59	166	100	1.65	28.9		1.04
086	21.50	49.0	160.0	44.4	1.49	162	080	1.75	35.7		1.17
087	19.25	68.0	160.5	52.9	1.71	160	100	2.20	32.4		1.29
088	19.75	50.0	167.0	47.1	1.55	168	080	1.60	32.0		1.03
089	19.25	57.7	164.0	50.0	1.62	158	100	2.25	39.0		1.39
090	18.75	69.0	175.0	59.1	1.83	156	100	2.30	33.3		1.25
091	19.75	54.9	164.0	48.8	1.59	152	100	2.40	43.7		1.51
092	19.50	56.8	158.0	47.4	1.57	164	080	1.70	29.9		1.08
093	20.75	47.9	156.0	42.6	1.44	176	080	1.40	29.2		0.97
094	21.50	56.0	156.0	46.3	1.54	162	100	2.15	38.4		1.39
095	18.50	50.8	168.0	47.9	1.56	182	080	1.30	25.6		0.83

$\dot{V}O_2$ Max

UER-EPS 

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/m ² min.
001						164	160	3.00			
002						150	180	3.90			
003						148	160	3.55			
004	23.75	73.5	183.0	64.3	1.95	128	160	4.60	62.6	71.5	2.36
005	22.50	67.0	176.0	58.6	1.82	160	160	3.10	46.3	52.9	1.70
006						138	160	4.00			
007	23.25	74.0	180.0	63.3	1.93	140	160	3.90	52.7	61.6	2.02
008						160	160	3.10			
009						130	170	4.80			
010						138	170	4.30			
011	24.25	72.0	177.0	61.2	1.87	128	160	4.60	63.9	75.2	2.46
012	23.75	66.0	175.5	57.9	1.81	170	160	2.80	42.4	48.4	1.55
013	26.75	69.0	174.0	58.7	1.82	162	160	3.05	44.2	52.0	1.67
014						156	170	3.45			
015	24.75	65.2	173.0	56.6	1.78	140	170	4.15	63.7	73.3	2.33
016	22.00	76.0	178.5	63.5	1.94	144	170	3.95	52.0	62.2	2.04
017						174	180	3.05			
018	23.75	68.2	172.0	57.4	1.80	134	170	4.50	66.0	78.4	2.50
019	24.50	77.9	180.0	65.0	1.97	136	170	4.40	56.5	67.7	2.23
020						160	170	3.30			
021						144	160	3.70			
022	23.25	65.0	167.0	54.1	1.73	154	160	3.30	50.8	61.0	1.91
023	24.00	61.8	165.5	52.3	1.68	168	170	3.05	49.4	58.3	1.82
024	22.00	77.4	181.0	65.2	1.97	166	180	3.30	42.6	50.6	1.67
025	21.50	74.0	179.0	62.9	1.92	152	160	3.40	45.9	54.1	1.77
026	22.50	74.8	189.0	67.3	2.01	138	170	4.25	56.8	63.2	2.11
027						166	180	3.30			
028						166	170	3.10			
029						142	160	3.80			
030	21.25	70.0	176.0	59.8	1.85	166	160	2.90	41.4	48.5	1.57

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\frac{\dot{V}O_2}{l/min}$ Max	$\frac{\dot{V}O_2}{ml/kg}$ Max/P	$\frac{\dot{V}O_2}{ml/kg}$ Max/MM	$\frac{\dot{V}O_2}{l/min}$ Max/S
031	21.50	80.4	174.0	63.4	1.95	164	180	3.30	54.7	69.4	2.26
032						136	170	4.40			
033	21.00	79.0	183.0	66.7	2.01	142	160	3.80	51.3	60.7	2.01
034						146	180	4.05			
035						150	170	3.70			
036						140	160	3.90			
037	23.50	61.0	168.0	52.9	1.69	152	160	3.40	46.7	53.9	1.69
038						162	150	2.85			
039						134	170	4.50			
040	24.00	72.4	172.5	59.5	1.85	140	170	4.20	58.0	70.6	2.27
041	21.75	69.0	166.0	55.5	1.77	130	160	4.50	65.2	81.1	2.54
042	22.75	76.5	177.0	63.0	1.93	148	170	3.80	49.7	60.3	1.97
043	23.00	94.0	187.0	75.0	2.20	130	180	5.00	53.2	66.7	2.27
044						144	160	3.70			
045	22.25	69.0	176.0	59.5	1.84	130	180	5.00	72.5	84.0	2.72
046						152	160	3.40			
047	26.50	87.0	195.5	75.9	2.20	130	180	5.00	57.5	65.9	2.27
048	22.00	73.2	181.5	63.5	1.93	134	160	4.25	58.1	66.9	2.20
049						150	180	3.90			
050	23.25	75.0	181.0	64.2	1.95	142	160	3.80	50.7	59.2	1.95
051						164	170	3.15			
052	22.50	58.0	164.0	50.1	1.62	164	150	2.80	48.3	55.9	1.72
053	23.75	83.9	187.0	70.8	2.09	140	170	4.15	49.5	58.6	1.99
054						128	180	5.20			
055						144	170	3.95			
056						156	170	3.45			
057	21.25	74.6	185.0	65.8	1.97	132	170	4.60	61.7	69.9	2.33
058						158	160	3.15			
059	23.75	70.0	178.0	60.8	1.87	142	150	3.60	51.4	59.2	1.93
060						168	180	3.20			
061	21.50	74.1	181.0	63.7	1.94	146	170	3.85	52.0	60.4	1.98
062						136	160	4.15			
063						152	170	3.60			
064	24.75	69.6	170.5	57.5	1.81	134	160	4.25	6.11	73.9	2.35
065	24.00	72.5	173.5	60.0	1.86	152	150	3.15	43.4	52.5	1.69
066	24.00	76.6	185.0	66.6	2.00	142	170	4.05	52.9	60.8	2.03
067						152	160	3.40			
068	26.50	58.3	165.0	50.6	1.64	150	160	3.45	59.2	68.2	2.10
069						154	180	3.70			
070	23.00	57.4	161.0	48.8	1.60	170	180	3.15	54.9	64.5	1.97

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/m ² min.
071	24.00	66.9	175.5	58.5	1.81	160	170	3.30	49.3	56.4	1.82
072						170	170	3.00			
073						160	160	3.10			
074	20.75	72.8	175.0	60.7	1.88	150	170	3.65	50.1	60.1	1.94
075						170	170	3.00			
076	22.00	69.4	174.0	58.9	1.83	142	170	4.05	58.4	68.8	2.21
077						136	170	4.40			
078	20.75	71.5	176.0	60.6	1.87	158	170	3.40	47.6	56.1	1.82
079						130	170	4.80			
080						146	160	3.65			
081	22.00	71.6	174.5	60.0	1.86	136	170	4.40	61.5	73.3	2.37
082						130	180	5.00			
083	22.75	68.5	172.0	57.5	1.81	144	170	3.95	57.7	68.7	2.18
084	23.50	72.3	177.5	61.6	1.89	146	170	3.85	53.3	62.5	2.04
085						154	170	3.50			
086						144	160	3.70			
087						166	170	3.10			
088						156	160	3.25			
089						130	170	4.80			
090	25.00	62.8	171.0	54.8	1.73	160	150	2.90	46.2	52.9	1.68
091	23.25	71.0	170.0	57.9	1.82	146	160	3.65	51.4	63.0	2.01
092						136	170	4.40			
093	24.00	77.9	184.0	66.8	2.00	134	170	4.50	57.8	67.4	2.25
094	27.00	74.6	172.0	60.3	1.87	128	190	5.45	73.1	90.4	2.91
095	21.00	87.4	183.5	70.4	2.10	140	170	4.15	47.5	58.9	1.98
096	20.50	80.0	178.0	65.1	1.98	138	180	4.50	56.3	69.1	2.27
097	22.50	88.9	182.0	70.4	2.10	144	170	3.95	44.4	56.1	1.88
098	23.00	69.2	171.0	57.4	1.81	130	170	4.80	69.4	83.6	2.65
099						150	170	3.70			
100						170	160	2.80			
101						154	170	3.70			
102						130	170	4.75			
103						174	170	2.90			
104	22.00	69.6	180.0	61.4	1.88	152	170	3.60	51.7	58.6	1.91

$\dot{V}O_2$ Max

UER-EPS ♀

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/m ² min.
001	22.25	65.4	169.5	55.1	1.75	144	140	3.75	57.3	68.1	2.14
002						162	110	2.35			
003						148	100	2.60			
004	25.00	62.4	167.0	53.0	1.70	142	160	4.40	70.5	83.0	2.59
005	21.00	63.4	167.0	53.5	1.71	146	120	3.10	48.9	57.9	1.81
006	20.75	55.7	167.5	50.1	1.62	162	120	2.55	45.8	50.9	1.57
007	20.50	64.1	172.0	55.8	1.76	144	120	3.20	49.9	57.3	1.82
008	22.50	50.2	160.0	45.0	1.50	162	120	2.55	50.8	56.7	1.70
009						152	110	2.65			
010						152	120	2.90			
011	21.00	59.4	169.0	52.6	1.68	146	120	3.10	52.2	58.9	1.85
012						164	110	2.30			
013						162	100	2.15			
014	20.50	54.8	162.5	48.2	1.57	184	120	2.05	37.4	42.5	1.30
015	23.00	61.5	166.5	52.5	1.68	146	110	2.90	47.2	55.2	1.72
016	21.50	70.4	170.0	57.6	1.81	140	120	3.40	48.3	59.0	1.88
017						156	110	2.50			
018	22.00	49.2	167.0	46.6	1.53	168	110	2.20	44.7	47.2	1.43
019	22.00	49.2	167.0	46.6	1.53	160	100	2.20	44.7	47.2	1.43
020	21.50	54.2	160.5	47.2	1.55	150	120	2.95	54.4	62.5	1.90
021	21.00	54.5	168.0	49.8	1.61	160	120	2.65	48.6	53.2	1.65
022						156	110	2.50			
023						172	140	2.70			
024	21.25	56.0	166.0	49.8	1.61	142	150	4.10	73.2	82.3	2.55
025	21.75	50.0	159.0	44.6	1.49	180	100	1.80	36.0	40.4	1.21
026	22.00	47.8	159.0	43.6	1.46	164	120	2.50	52.3	57.3	1.71
027	22.00	62.0	169.5	53.8	1.71	166	110	2.25	36.3	41.8	1.32
028	21.50	51.9	167.0	48.3	1.57	168	110	2.20	42.4	45.5	1.40
029						170	110	2.15			
030	21.25	56.6	167.0	50.5	1.63	156	120	2.70	47.7	53.5	1.66

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/m ² min.
031	19.75	57.8	166.0	50.9	1.63	154	120	2.80	48.4	55.0	1.71
032						142	090	2.50			
033	22.50	58.7	174.5	54.1	1.71	146	120	3.10	52.8	57.3	1.81
034	24.00	64.0	167.5	53.9	1.72	140	140	3.90	60.9	72.4	2.27
035	22.50	59.0	157.0	47.9	1.58	148	120	3.05	51.7	63.7	1.92
036	21.25	55.5	164.0	49.0	1.59	154	110	2.60	46.8	53.1	1.63
037						140	100	2.85			
038	21.25	64.7	173.0	56.3	1.77	146	120	3.10	47.9	55.1	1.75
039						164	110	2.30			
040	22.00	61.0	156.5	48.5	1.61	142	110	3.00	49.2	61.9	1.86
041	22.25	52.0	163.0	46.9	1.54	154	120	2.75	52.9	58.6	1.78
042	20.00	58.0	162.0	49.4	1.61	140	140	3.90	67.2	78.9	2.42
043						152	110	2.65			
044	19.50	55.6	162.0	48.4	1.58	154	120	2.80	50.4	57.9	1.77
045	20.50	63.6	167.0	53.7	1.71	154	120	2.80	44.0	52.1	1.64
046	22.75	61.0	163.5	51.1	1.65	140	120	3.40	55.7	66.5	2.06
047	23.25	64.5	176.0	57.4	1.79	148	100	2.55	39.5	44.4	1.42
048	23.50	59.2	170.0	52.7	1.68	146	120	3.10	52.4	58.8	1.85
049	22.00	61.1	170.0	53.6	1.71	146	120	3.10	50.7	57.8	1.81
050	20.25	55.5	157.0	46.3	1.55	156	110	2.50	45.0	54.0	1.61
051	21.50	61.5	168.0	53.1	1.70	148	120	3.05	49.6	57.4	1.79
052	21.25	69.5	172.5	58.0	1.82	174	110	2.10	30.2	36.2	1.15
053	20.00	54.6	162.0	48.0	1.57	178	110	2.00	36.6	41.7	1.27
054	20.00	54.6	162.0	48.0	1.57	180	120	2.10	38.5	43.8	1.34
055	23.25	56.0	156.5	46.5	1.55	146	140	3.60	64.3	77.4	2.32
056	20.75	53.8	166.0	48.9	1.59	172	120	2.30	42.8	47.0	1.45
057						158	100	2.25			
058						140	140	3.90			
059						164	100	2.10			
060	22.00	60.6	170.0	53.4	1.70	142	120	3.30	54.5	61.8	1.94
061						154	120	2.80			
062	22.25	42.2	153.5	38.8	1.35	156	120	2.75	65.2	70.9	2.04
063						168	100	2.00			
064	22.75	56.0	171.0	51.5	1.65	158	140	3.10	55.4	60.2	1.88
065	22.25	70.1	165.0	55.4	1.77	144	150	4.00	57.1	72.2	2.26

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\frac{\dot{V}O_2}{I}$ Max l/min.	$\frac{\dot{V}O_2}{m^2}$ Max/P ml/kg min.	$\frac{\dot{V}O_2}{m^2}$ Max/MM ml/kg min.	$\frac{\dot{V}O_2}{I}$ Max/S l/min.
066	20.75	48.1	161.0	44.3	1.48	162	110	2.35	48.9	53.0	1.59
067	19.75	54.0	166.0	48.9	1.59	160	100	2.20	40.7	45.0	1.38
068	22.75	54.0	166.0	48.9	1.59	152	100	2.40	44.4	49.1	1.51
069						154	100	2.35			
070	20.50	63.0	172.0	55.3	1.74	152	100	2.40	38.1	43.4	1.38
071	20.50	69.0	166.0	55.5	1.76	140	130	3.70	53.6	66.7	2.10
072	23.00	62.3	173.0	55.3	1.74	152	120	2.90	46.5	52.4	1.67
073	21.75	68.1	73.5	58.0	1.81	152	120	2.90	42.6	50.0	1.60
074						170	110	2.15			
075						162	110	2.35			
076	22.00	48.0	155.0	42.5	1.44	156	120	2.75	57.3	64.7	1.91
077						154	110	2.60			
078						146	100	2.60			
079	21.25	53.3	169.5	49.6	1.60	154	120	2.80	51.5	56.5	1.74
080	21.75	58.9	170.0	52.7	1.68	146	120	3.10	52.6	58.8	1.85
081	22.25	54.4	171.5	50.8	1.63	154	120	2.80	51.5	55.1	1.72
082						148	100	2.55			
083	22.75	66.3	168.0	55.0	1.75	144	120	3.20	48.3	58.2	1.83
084	21.25	68.4	180.0	60.9	1.86	142	120	3.30	48.2	54.2	1.77
085	23.00	57.8	167.0	51.2	1.64	150	120	2.95	51.0	57.6	1.80
086	24.50	54.6	160.0	47.2	1.56	142	120	3.30	60.4	69.9	2.12
087	22.25	51.8	159.0	45.6	1.50	142	110	3.00	57.9	65.8	2.00
088	20.25	53.0	164.0	47.7	1.56	148	100	2.55	48.1	53.5	1.63
089						152	100	2.40			
090	20.25	52.6	162.5	47.1	1.55	178	120	2.15	40.9	45.6	1.39
091	22.50	58.7	165.0	50.8	1.64	150	110	2.70	46.0	53.1	1.65
092	23.00	55.4	159.0	47.1	1.56	154	100	2.35	42.4	49.9	1.51
093	21.00	62.6	171.0	54.7	1.73	152	120	2.90	46.3	53.0	1.68
094	21.25	66.0	172.0	56.6	1.77	152	100	2.40	36.4	42.4	1.35
095						172	100	1.90			
096	23.50	53.5	167.5	49.2	1.59	150	120	2.95	55.1	60.0	1.85
097	20.75	47.6	165.0	45.2	1.50	146	140	3.60	75.6	79.6	2.40
098	22.50	51.0	155.0	43.9	1.48	152	100	2.40	47.1	54.7	1.62
099	21.75	57.5	166.0	50.6	1.63	152	120	2.90	50.4	57.3	1.78
100	22.50	56.5	164.0	49.5	1.61	146	110	2.50	44.2	50.5	1.55

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (Watts)	$\dot{V}O_2$ Max l/min.	$\dot{V}O_2$ Max/P ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/MM ml/kg min.	$\dot{V}O_2$ Max/S l/min.
I01	22.25	61.0	170.0	53.7	1.70	152	110	2.65	43.4	49.3	1.56
I02	22.75	50.1	163.5	46.1	1.53	174	110	2.10	50.9	55.3	1.67
I03	22.50	66.8	169.0	55.8	1.76	162	120	2.55	61.4	73.5	2.33
I04	21.50	55.5	162.0	48.3	1.58	158	110	2.45	44.1	50.7	1.55
I06	23.00	52.8	161.0	46.7	1.54	148	100	2.55	46.4	52.5	1.59
I08	20.50	54.4	157.0	45.9	1.53	158	110	2.45	44.1	52.3	1.57
I09	19.75	59.6	167.0	52.0	1.66	168	120	2.40	46.1	52.9	1.66
I10	22.50	55.0	163.0	48.4	1.58	156	120	2.75	41.8	47.5	1.46
I11	23.75	59.0	156.0	47.5	1.58	156	100	2.30	35.6	44.2	1.33
I12	22.50	51.7	156.0	44.5	1.49	182	120	2.10	63.8	74.2	2.21
I13	21.75	54.5	157.5	46.3	1.54	172	120	3.30	49.1	50.8	1.53
I14	23.75	59.0	161.5	49.6	1.62	142	120	2.35	59.3	70.6	2.16
I15	22.00	58.0	157.0	47.6	1.58	138	120	3.50	43.1	52.5	1.58
I16						164	120	2.50			
I17						166	100	2.05			
I18						168	150	2.95			
I19						162	110	2.35			
I20	22.00	61.2	169.0	53.4	1.70	160	120	2.65	43.3	49.6	1.56
I21	23.50	64.0	172.0	55.7	1.75	142	140	3.80	59.4	68.2	2.17
I22	19.75	59.7	169.5	52.8	1.68	142	150	4.10	68.7	77.7	2.44
I23						158	100	2.25			
I24	23.50	53.8	160.5	47.0	1.55	178	120	2.15	40.1	45.7	1.39
I25						160	110	2.40			
I26	19.75	57.6	157.0	47.3	1.57	156	120	2.75	47.7	58.1	1.75
I27	19.75	49.2	162.0	45.3	1.50	172	120	2.30	46.7	50.8	1.53
I28						140	160	4.50			
I29	22.00	53.3	168.5	49.4	1.60	144	140	3.75	70.4	75.9	2.34
I30	21.00	57.6	168.5	51.6	1.65	146	110	2.90	50.3	56.2	1.76
I31						144	090	2.45	53.5	62.9	1.85
I32	22.75	50.5	153.0	42.9	1.46	150	110	2.70			
I33						142	150	4.10			
I34	20.75	56.8	160.0	48.2	1.58	142	120	3.30	58.1	68.5	2.09
I35	20.00	56.0	170.0	51.2	1.64	160	110	2.40	42.9	46.9	1.41

	AGE	POIDS (kg)	TAILLE (cm)	M. MAIGRE (kg)	SURFACE (m ²)	POULS (min)	W. (watts)	$\frac{\dot{V}O_2}{l/min.}$ Max	$\frac{\dot{V}O_2}{ml/kg}$ Max/P min.	$\frac{\dot{V}O_2}{ml/kg}$ Max/MM min.	$\frac{\dot{V}O_2}{l/min.}$ Max/S
I36						I70	I00	I.95			
I37						I76	I00	I.85			
I38	21.25	66.5	I59.5	51.9	I.69	I48	I20	3.05	45.9	58.8	I.80
I39	20.75	57.6	I60.0	48.4	I.59	I56	I20	2.75	47.7	56.8	I.73
I40						I74	I00	I.90			
I41	22.00	61.0	I68.5	53.1	I.69	I42	I20	3.30	54.1	62.1	I.95
I42						I40	I30	3.70			
I43	23.25	53.0	I70.0	49.6	I.60	I78	I20	2.15	40.6	43.3	I.34
I44	20.25	63.7	I60.5	51.2	I.66	I48	I20	3.05	47.9	59.6	I.84
I45	20.25	63.7	I60.5	51.2	I.66	I50	I20	2.95	46.3	57.6	I.78
I46	I9.50	57.6	I63.5	49.8	I.62	I48	I20	3.05	53.0	61.2	I.88
I47						I54	I00	2.35			
I48	22.75	54.5	I62.5	48.1	I.57	I56	I20	2.75	50.5	57.2	I.75

Là aussi chaque sujet fut l'objet
d'une carte perforée pour l'ordinateur.

1) Quelques remarques sur cette épreuve :

- Tous les sujets conservent le sourire pendant toute l'épreuve. Ceci nous a paru suffisamment important pour le rapporter ici. En effet, alors que pour le Step Test d'HARWARD nous étions obligés de demander avec insistance des volontaires, pour la $\dot{V}O_2$ Max, nous avons toujours eu la bousculade.

Très souvent, des sujets ne faisant absolument pas de sport en général, se proposaient pour renouveler l'expérience quelques minutes plus tard ou le lendemain.

- La répartition de ce test chez les mêmes sujets donnait des résultats absolument identiques, puisque la variation est de $\pm 0,1$ litre/mn. La fidélité de l'épreuve est donc excellente.

2) Etude des résultats :

a) La $\dot{V}O_2$ Max :

	<u>MEDECINE</u>		<u>UER-EPS</u>	
	♂	♀	♂	♀
Valeurs extrêmes	2,1 4,1	1,3 3,2	2,8 5,45	1,8 4,5
Moyenne	2,981	2,156	3,803	2,761
Ecart type	0,436	0,444	0,633	0,568
N	92	95	104	148

Nous trouvons à l'évidence des résultats chez les étudiants, supérieurs à ceux des étudiantes, et chez les sujets entraînés supérieurs à ceux des sujets non sportifs.

Nous avons fait une étude des différences Σ :

Entre médecine ♂ et médecine ♀ :

$$\Sigma = 12,753 \quad \text{différence significative à moins de } 1/10^9.$$

Entre médecine ♂ et UER-EPS ♂ :

$$\Sigma = 9,158 \quad \text{différence significative à moins de } 1/10^9.$$

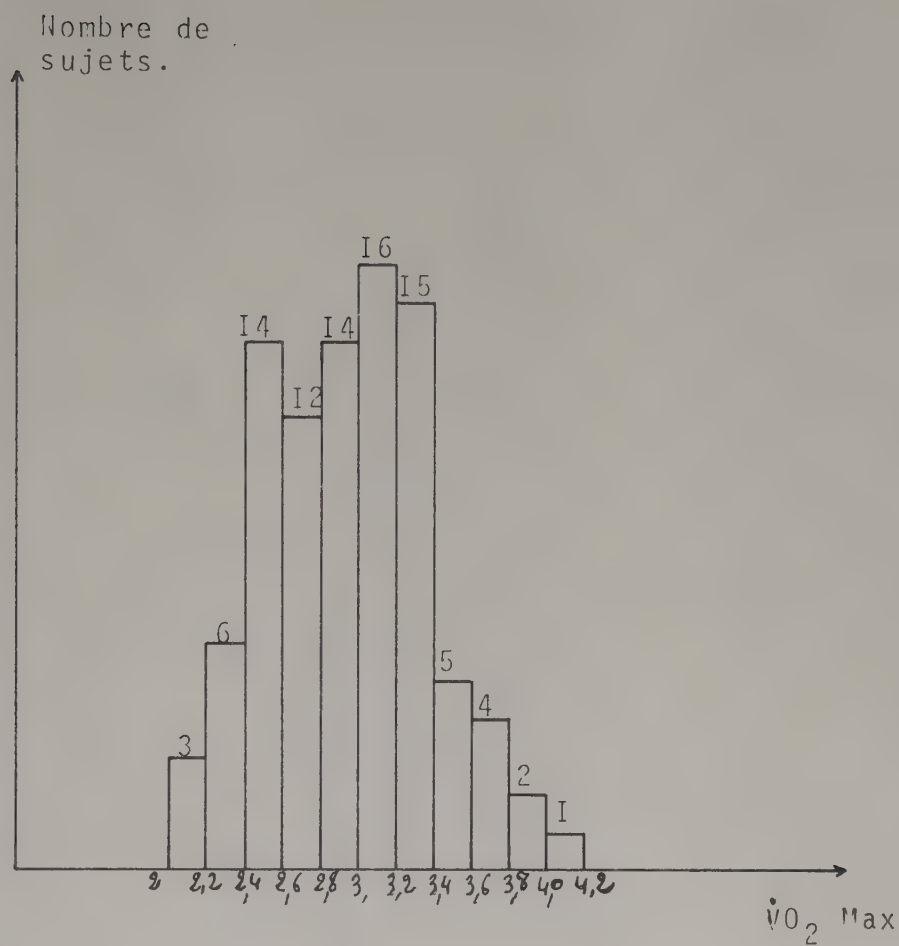
Entre médecine ♀ et UER-EPS ♀ :

$$\Sigma = 10,014 \quad \text{différence significative à moins de } 1/10^9.$$

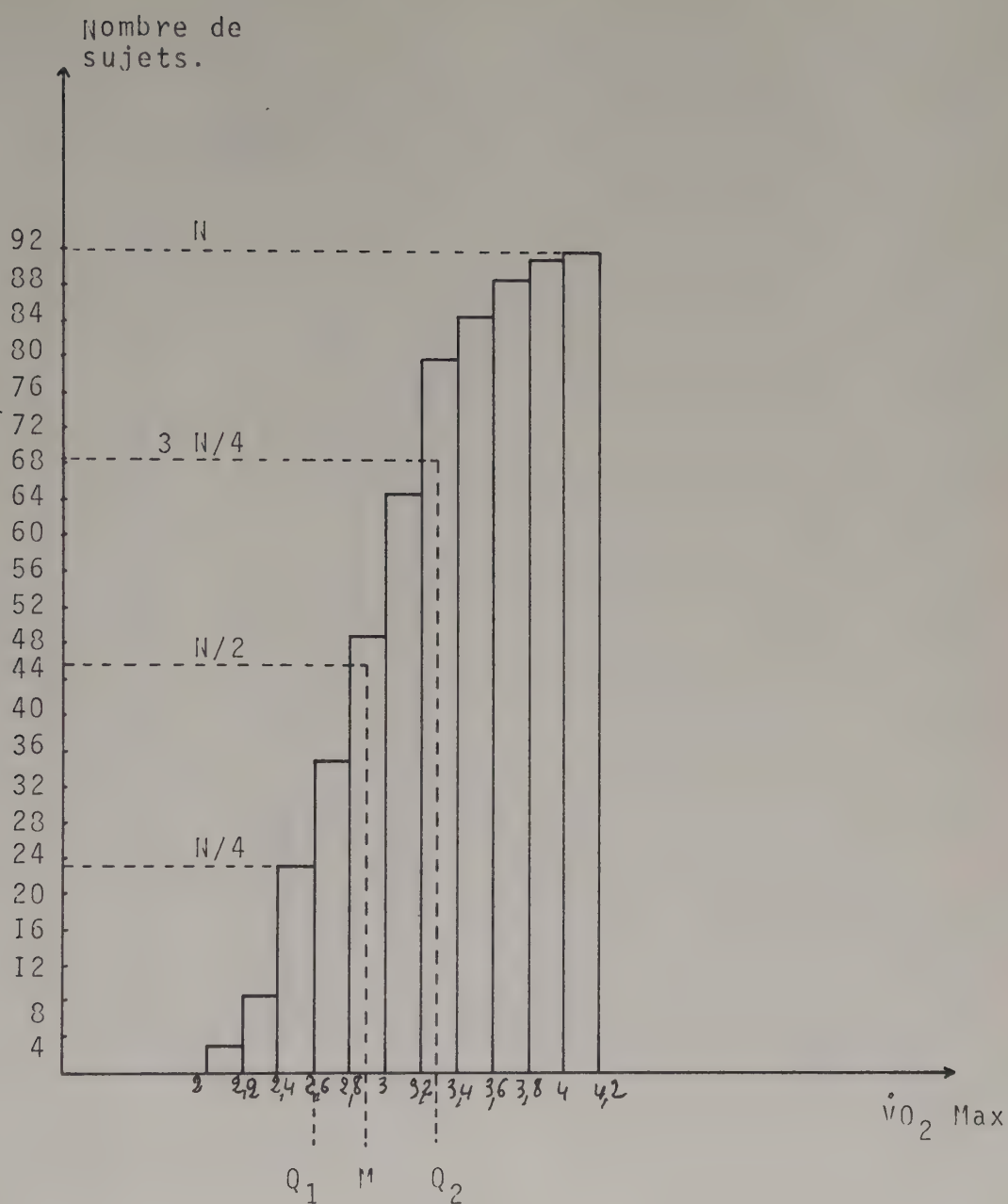
Entre UER-EPS ♂ et UER-EPS ♀ :

$$\Sigma = 10,125 \quad \text{différence significative à moins de } 1/10^9.$$

Nous avons fait une étude des fréquences pour chaque population et une étude des effectifs cumulés, en prenant des classes de 0,2 en 0,2.



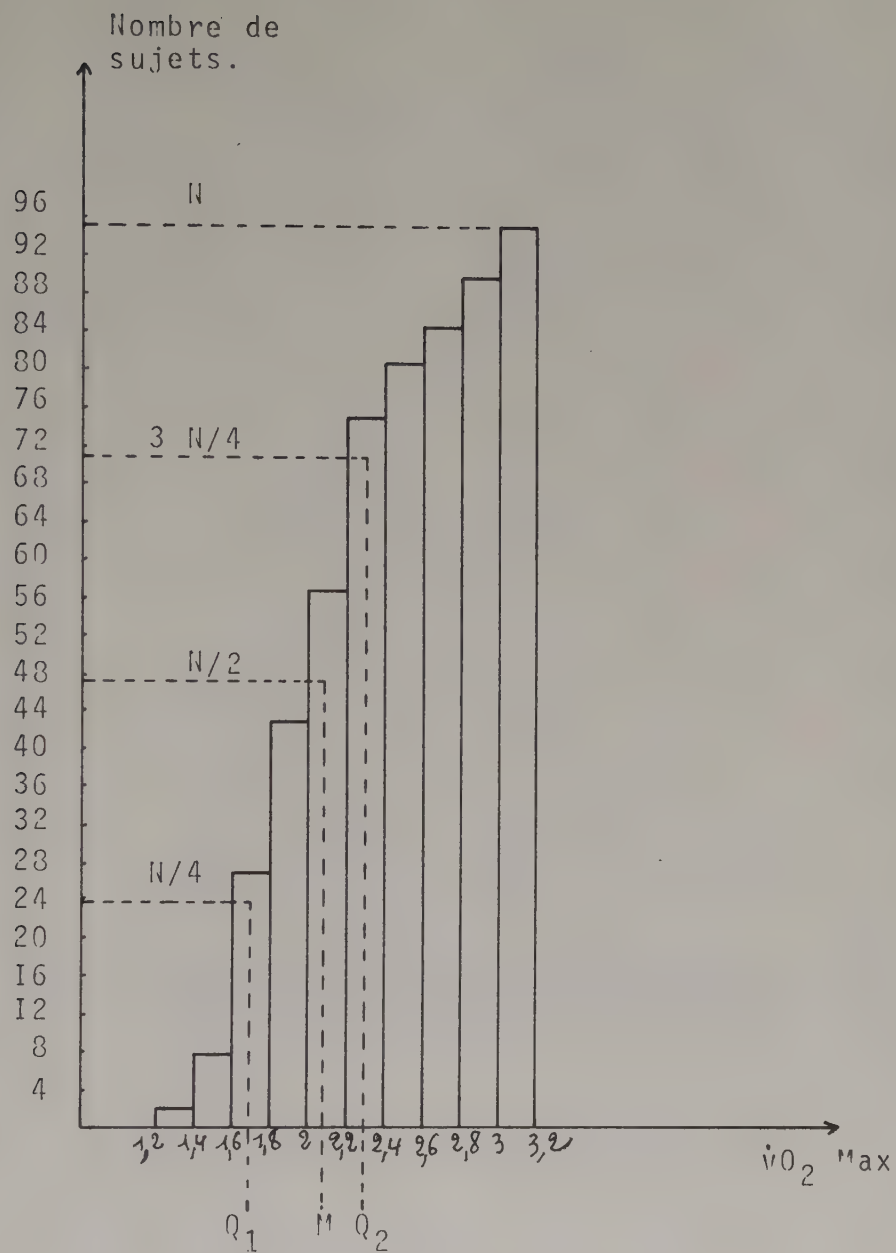
HISTOGRAMME DE LA $\dot{V}O_2 \text{ Max}$
CHEZ 92 ETUDIANTS EN MEDECINE



EFFECTIFS CUMULES DE LA $\dot{V}O_2$ Max
CHEZ 92 ETUDIANTS EN MEDECINE



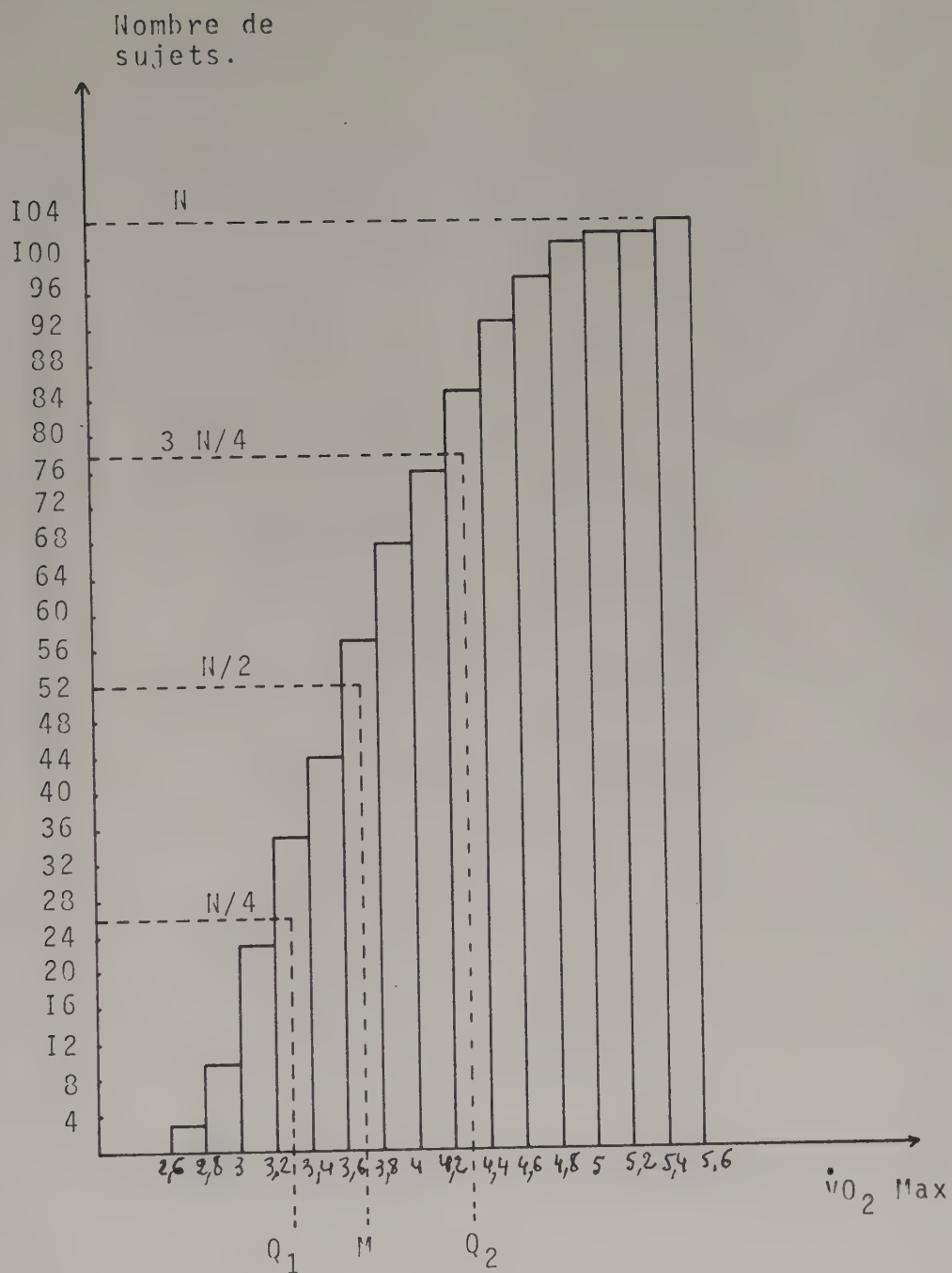
HISTOGRAMME DE LA $\dot{V}O_2 \text{ Max}$
CHEZ 95 ETUDIANTES EN MEDECINE



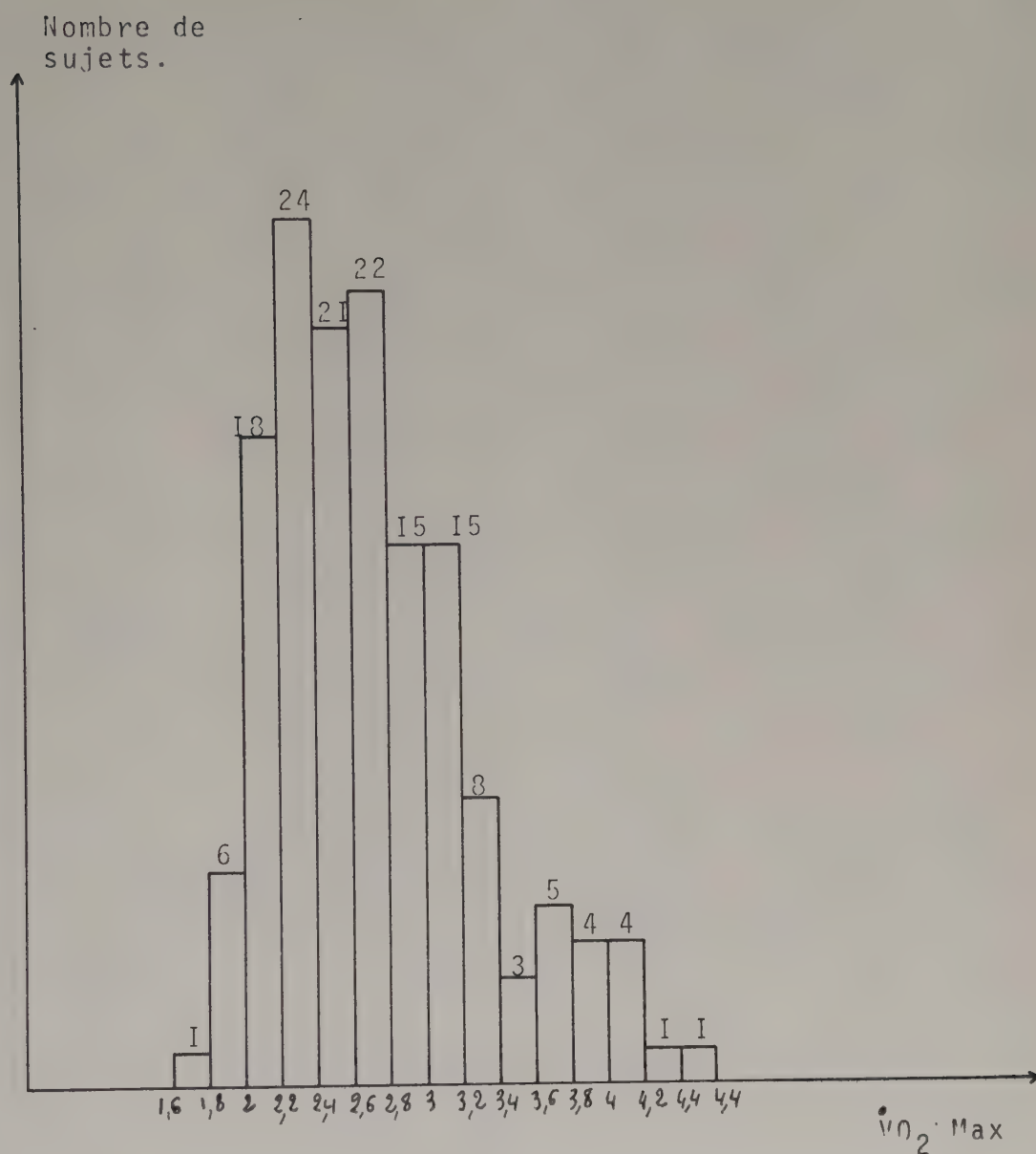
EFFECTIFS CUMULES DE LA $\dot{V}O_2 \text{ Max}$
CHEZ 95 ETUDIANTES EN MEDECINE



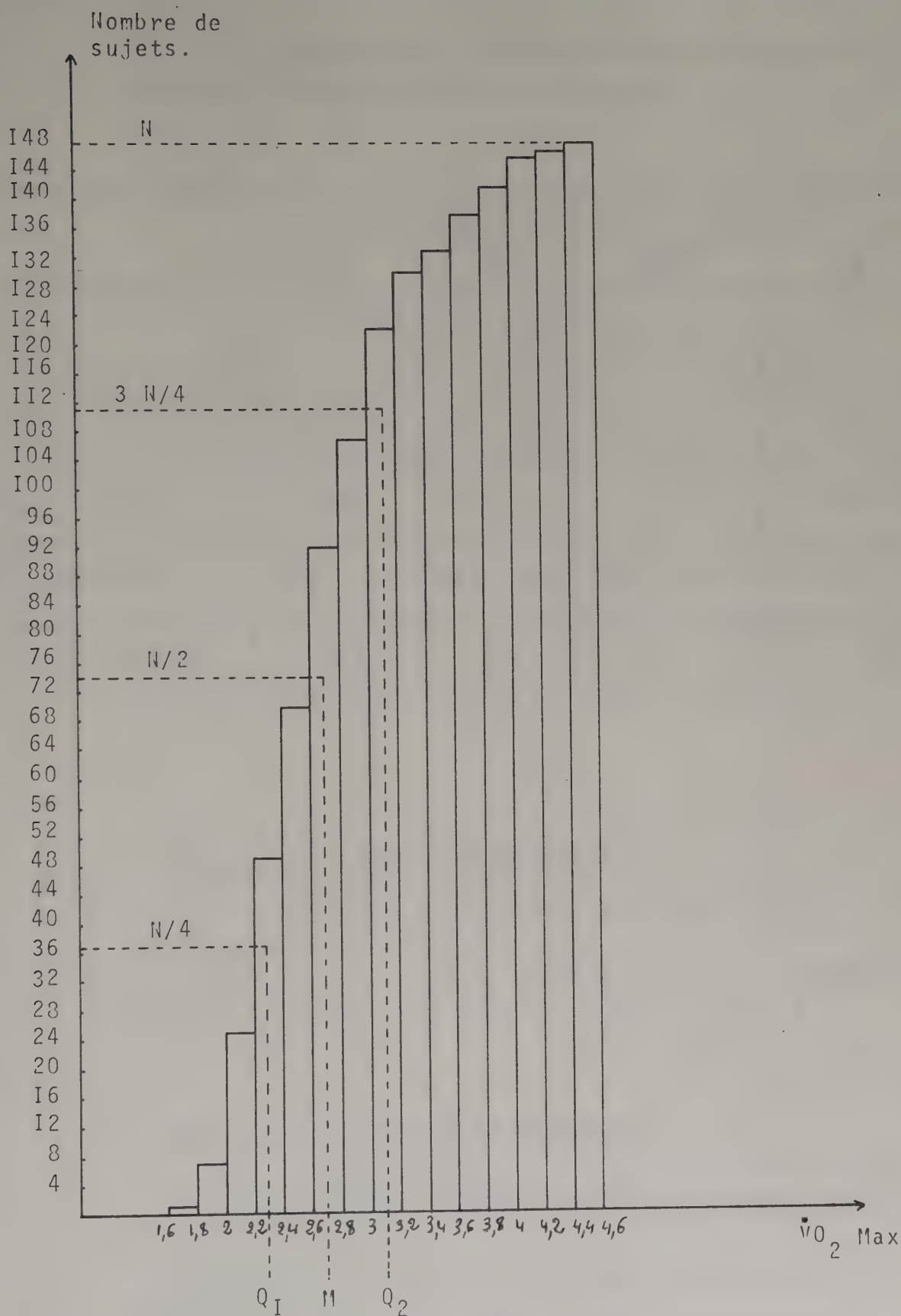
HISTOGRAMME DE LA $\dot{V}O_2 \text{ Max}$
CHEZ 104 ETUDIANTS DE L'UER-EPS



EFFECTIFS CUMULES DE LA $\dot{V}O_2 \text{ Max}$
CHEZ 104 ETUDIANTS DE L'UER-EPS



HISTOGRAMME DE LA $\dot{V}O_2 \text{ Max}$
CHEZ 148 ETUDIANTES DE L'UER-EPS



EFFECTIFS CUMULES DE LA $\dot{V}O_2 \text{ Max}$
CHEZ 148 ETUDIANTES DE L'UER-EPS

Nous pouvons rassembler sur un tableau les éléments de ces études de fréquences :

	<u>MEDECINE</u>		<u>UER-EPS</u>	
	♂	♀	♂	♀
Mode	3,0 - 3,2	1,6 - 1,8 2,2 - 2,4	3,0 - 3,2 3,6 - 3,8	2,2 - 2,4
Médiane	2,8 - 3,0	2,0 - 2,2	3,6 - 3,8	2,6 - 2,8
Quartile inférieur	2,6	1,6 - 1,8	3,2 - 3,4	2,2 - 2,4
Quartile supérieur	3,2 - 3,4	2,2 - 2,4	4,2 - 4,4	3,0 - 3,2
Ecart interquartile	0,8	0,8	1,2	1,0

- Chez les étudiants en médecine :

L'histogramme montre une répartition à peu près régulière, bien symétrique.

La médiane et la moyenne arithmétique sont confondues.
50 % des sujets sont compris entre 2,6 et 3,4.

- Chez les étudiantes en médecine :

L'histogramme montre une répartition bimodale correspondant aux deux quartiles, assez régulière et à peu près symétrique.

La médiane correspond à la moyenne arithmétique.
50 % des sujets sont compris entre 1,6 et 2,4.

- Chez les étudiants de l'UER-EPS :

L'histogramme montre une répartition bimodale, légèrement irrégulière, légèrement asymétrique (vers la droite). La médiane est voisine de la moyenne arithmétique. 50 % des sujets sont compris entre 3,2 et 4,4.

- Chez les étudiantes de l'UER-EPS :

L'histogramme montre une répartition assez régulière et légèrement asymétrique (vers la droite). La médiane correspond à la moyenne arithmétique. 50 % des sujets sont compris entre 2,2 et 3,2.

Nous remarquons que l'écart interquartile est ici aussi plus élevé chez les étudiants de l'UER-EPS en relation avec l'asymétrie vers la droite des histogrammes du fait de certains sujets faisant de la compétition.

b) Nous avons recherché s'il y avait une corrélation entre la $\dot{V}O_2$ Max et l'âge, le poids, la taille, la masse maigre, la surface corporelle.

Nous rapportons pour chaque analyse de corrélation :

- le nuage de valeurs,
- la droite de régression donnant la $\dot{V}O_2$ Max théorique en fonction de la donnée physique,
- le coefficient de corrélation (r),
- le test à partir du Z de Fisher (T),
- le seuil de la liaison significative.

Pour l'âge, une liaison significative n'est trouvée que chez les étudiantes de l'UER-EPS :

$$r = 0,19503$$

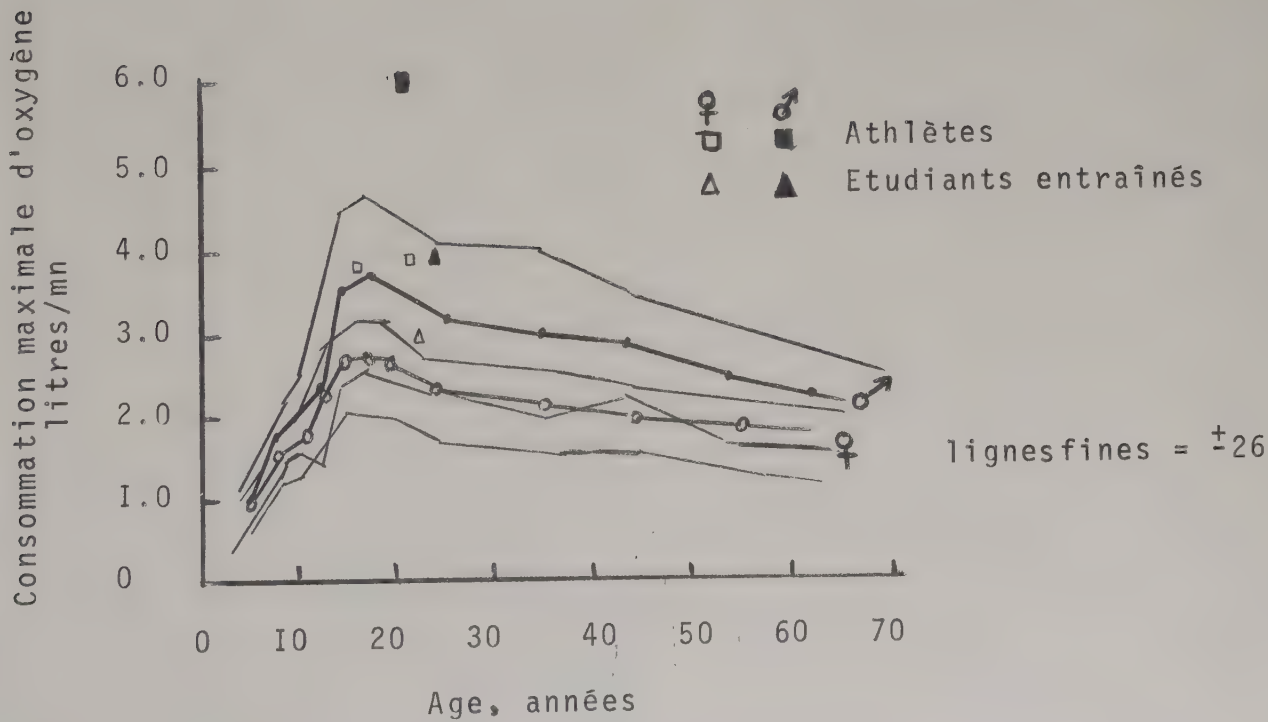
$$T = 1,995$$

Il existe une liaison significative (au seuil de 5 %) dans le même sens. Pour les autres populations, il n'y a pas de liaison significative :

		r	T
Médecine	♂	0,05170	0,485
Médecine	♀	0,08271	0,795
UER-EPS	♂	0,05936	0,420

L'étendue n'est pas assez grande pour les valeurs de l'âge pour que nous puissions conclure à quelque chose.

En effet, ASTRAND montre que la $\dot{V}O_2$ Max varie avec l'âge :



Et il présente un tableau de correction en fonction de l'âge :

<u>Age</u>	15	25	35	40	45	50	55	60	65
<u>Facteur de correction</u>	1,10	1,00	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65

Nos sujets sont tous entre 18 et 27 ans, nous nous trouvons donc au sommet de la courbe, et il n'y a pas de variation notable en fonction de l'âge.

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{62,574}{3003,062} = 0,020$$

$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$

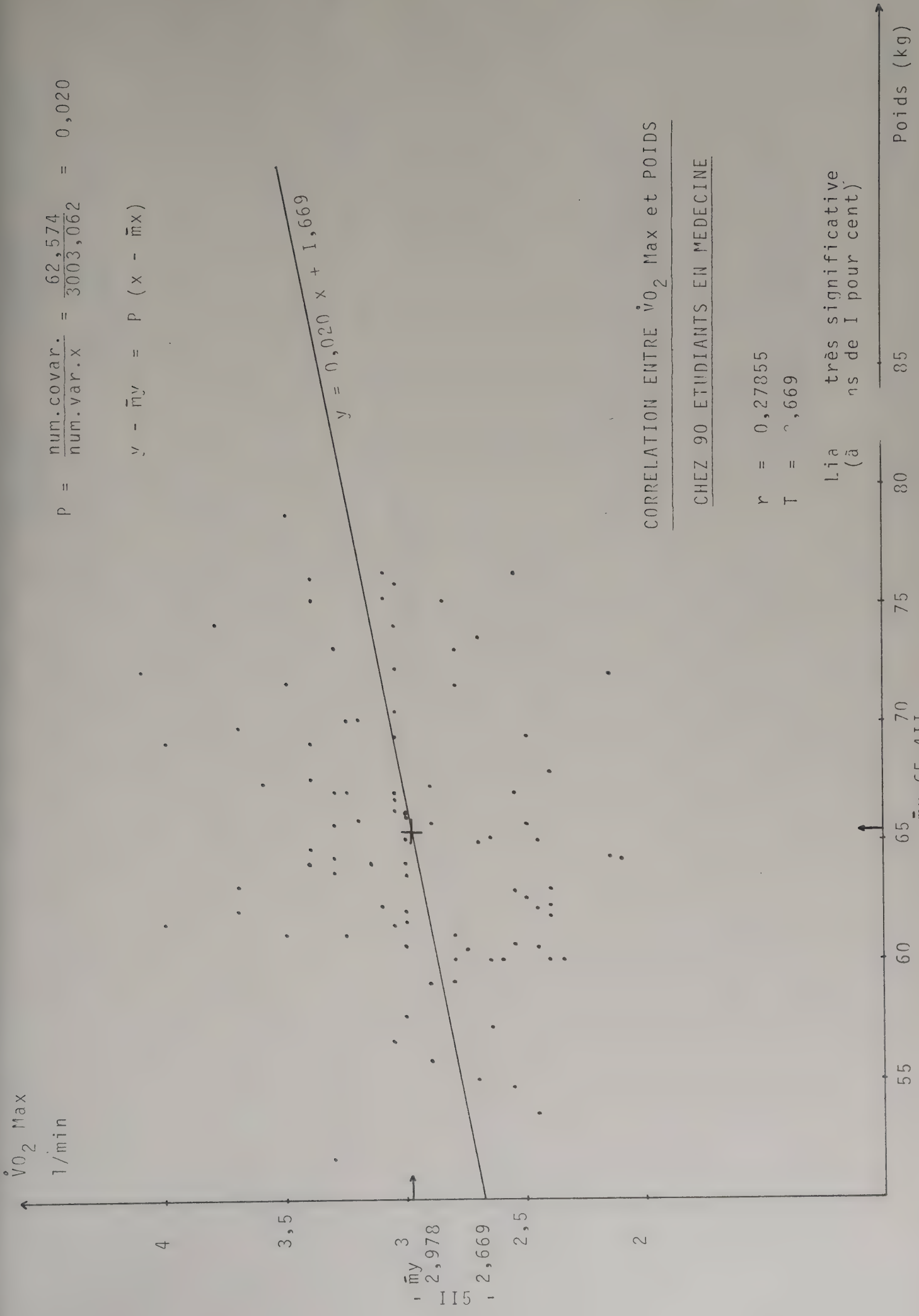
$$y = 0,020 x + 1,669$$

CORRELATION ENTRE $\dot{V}O_2$ Max et POIDS

CHEZ 90 ETUDIANTS EN MEDECINE

r = 0,27855
T = 0,669

Lia très significative
(à ns de 1 pour cent)



VO₂ Max
l/min

$$p = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{50,199}{2892,000} = 0,017$$

$$y - \bar{m}_y = p (x - \bar{m}_x)$$

4

3,5

3

$\bar{m}_y$

2,978

2,566

2,5

2

$$y = 0,017 x + 0,016$$

CORRELATION ENTRE VO₂ Max et TAILLE CHEZ 90 ETUDIANTS EN MEDECINE

$$r = 0,22771$$

$$T = 2,162$$

Liaison significative
(à moins de 5 pour cent)

160

165

170

175

180

185

190

Taille (cm)

$\bar{m}_x$ 176,133

$\dot{V}O_2 \text{ Max}$
l/min

$$P = \frac{\text{num. covar.}}{\text{num. var. } x} = \frac{47,414}{1660,125} = 0,028$$

$$y - \bar{y} = P (x - \bar{x})$$

$$y = 0,028 x + 1,358$$

$\bar{y}$
2,978

2,5
2,478

2

45

50

55

60

65

$\bar{x}$ 57,848

Masse Maigre (kg)

CORRELATION ENTRE $\dot{V}O_2 \text{ Max}$ et MASSE MAIGRE
CHEZ 90 ETUDIANTS EN MEDECINE

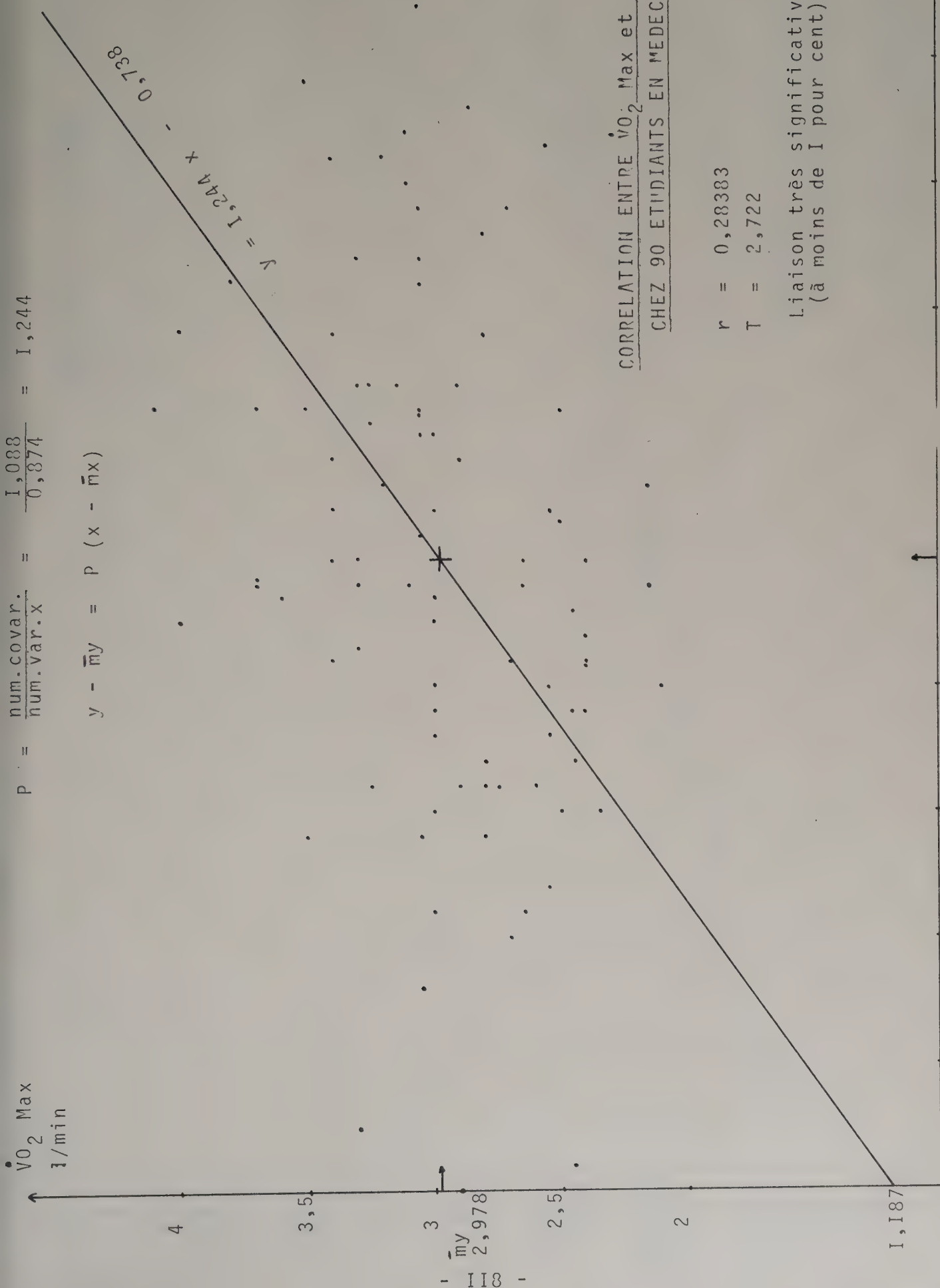
$$r = 0,28387$$

$$T = 2,723$$

Liaison très significative
(à moins de 1 pour cent)

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{1,088}{0,874} = 1,244$$

$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$



CORRELATION ENTRE $\dot{V}O_2 \text{ Max}$ et SURFACE
CHEZ 90 ETUDIANTS EN MEDECINE

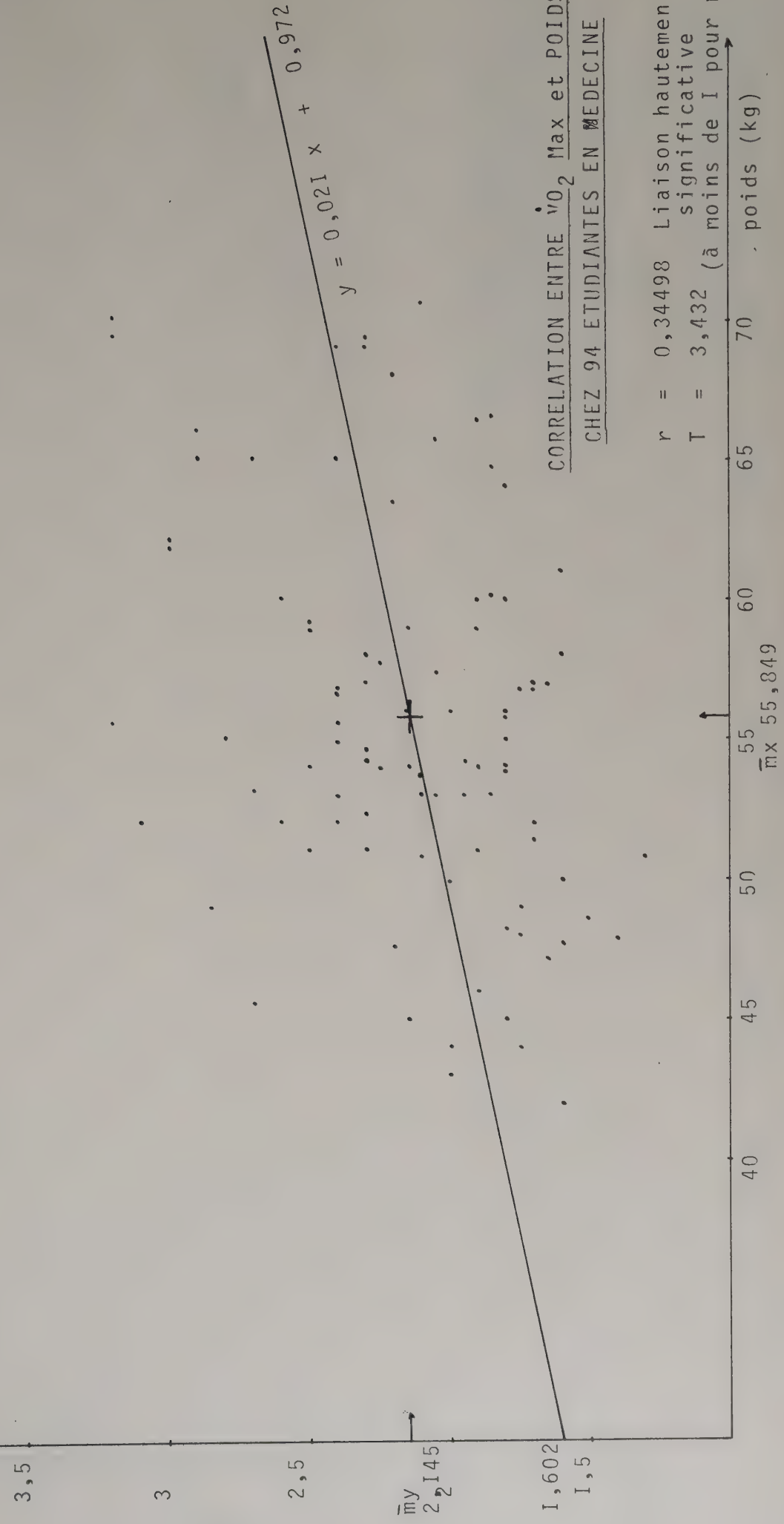
$r = 0,28383$
 $T = 2,722$

Liaison très significative
 (à moins de 1 pour cent)

$\dot{V}O_2$ Max
l/min.

$$P = \frac{\text{num. covar.}}{\text{num. var. } X} = \frac{96,559}{4487,625} = 0,021$$

$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$

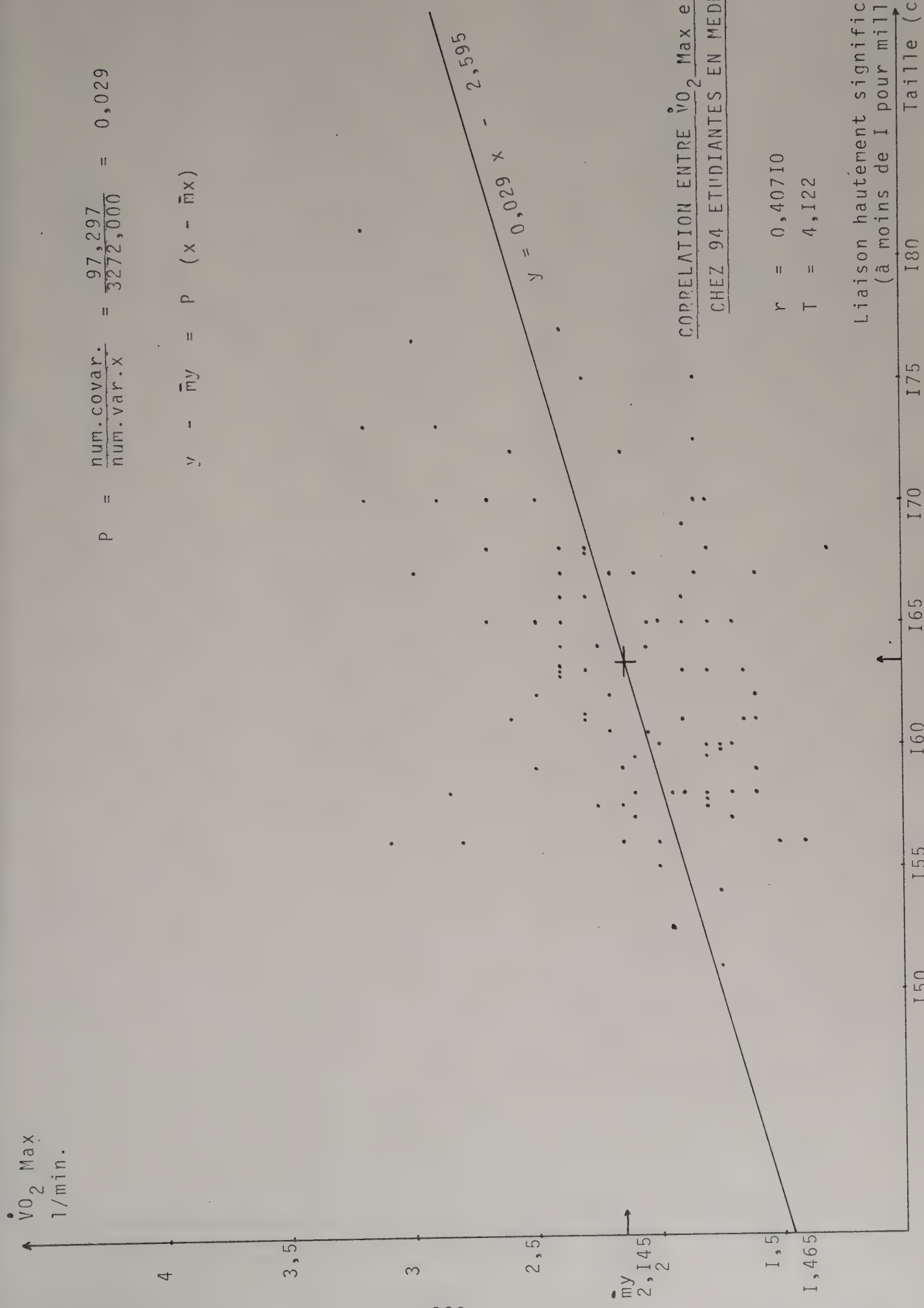


CORRELATION ENTRE $\dot{V}O_2$ Max et POIDS
CHEZ 94 ETUDIANTES EN MEDECINE

$r = 0,34498$ Liaison hautement
significative
 $T = 3,432$ (à moins de 1 pour mill)

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{97,297}{3272,000} = 0,029$$

$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$



CORRELATION ENTRE $\dot{V}O_2 \text{ Max}$ et TAILLE
CHEZ 94 ETUDIANTES EN MEDECINE

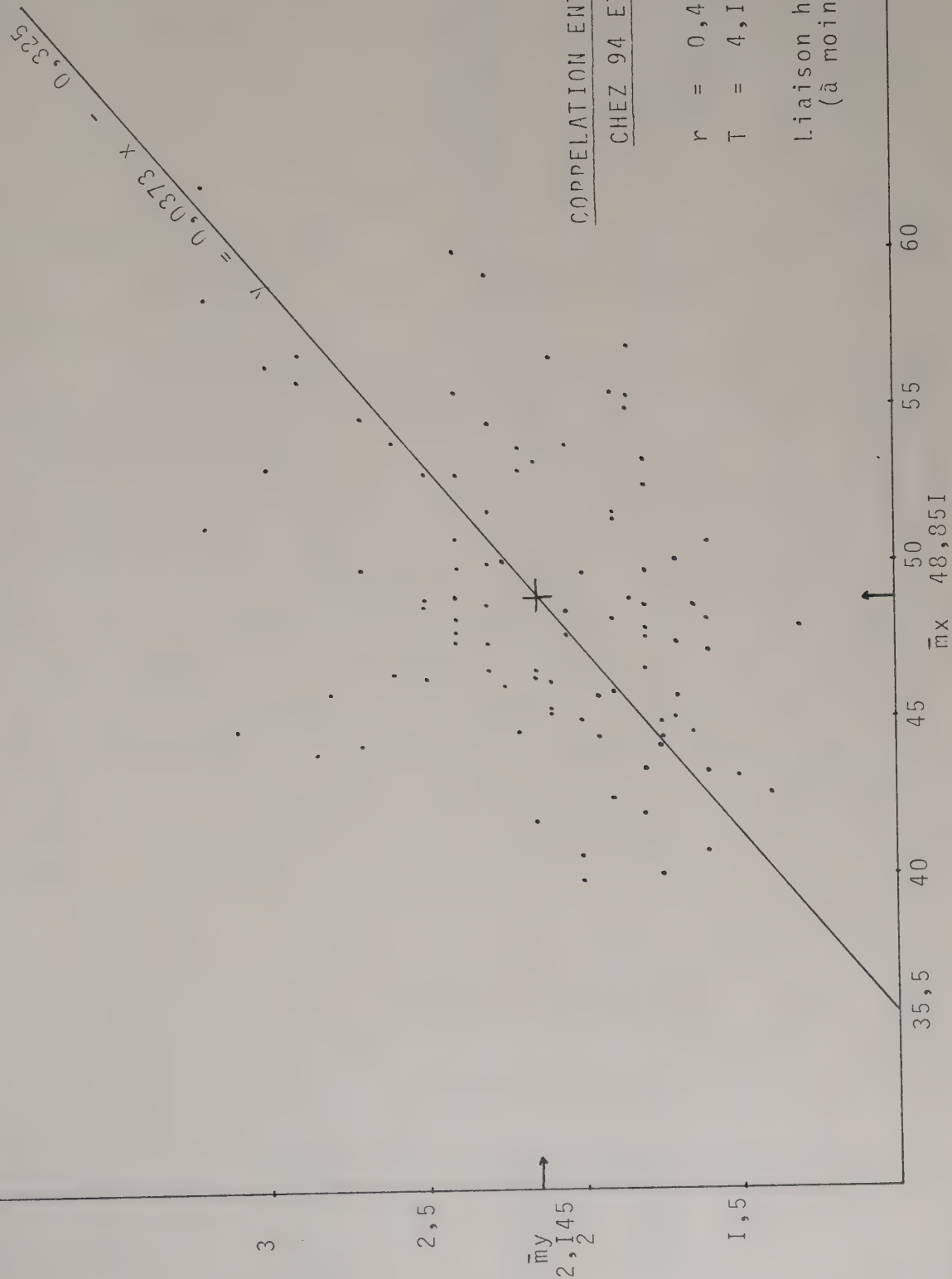
$r = 0,40710$
 $T = 4,122$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)

$\dot{V}O_2 \text{ Max}$
l/min

$$p = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{79,859}{2140,562} = 0,0373$$

$$\bar{y} - \bar{p}\bar{y} = p(x - \bar{m}x)$$



CORRELATION ENTRE $\dot{V}O_2 \text{ Max}$ et MASSE MAIGRE
CHEZ 94 ETUDIANTES EN MEDECINE

$$r = 0,41311$$

$$T = 4,191$$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)

VO₂ Max
l/min

$$P = \frac{\text{num. covar.}}{\text{num. var. x}} = \frac{1,886}{1,246} = 1,513$$

$$\hat{y} - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$

3

2,5

$\bar{m}y$

2,145
2

1,779

1,5

$$\hat{y} = 1,513 x - 0,263$$

CORRELATION ENTRE VO₂ Max et SURFACE

CHEZ 94 ETUDIANTES EN MEDECINE

$$r = 0,40443$$

$$T = 4,092$$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)

Surface (m²)

1,75

1,70

1,65

1,60

1,55

1,50

1,45

1,40

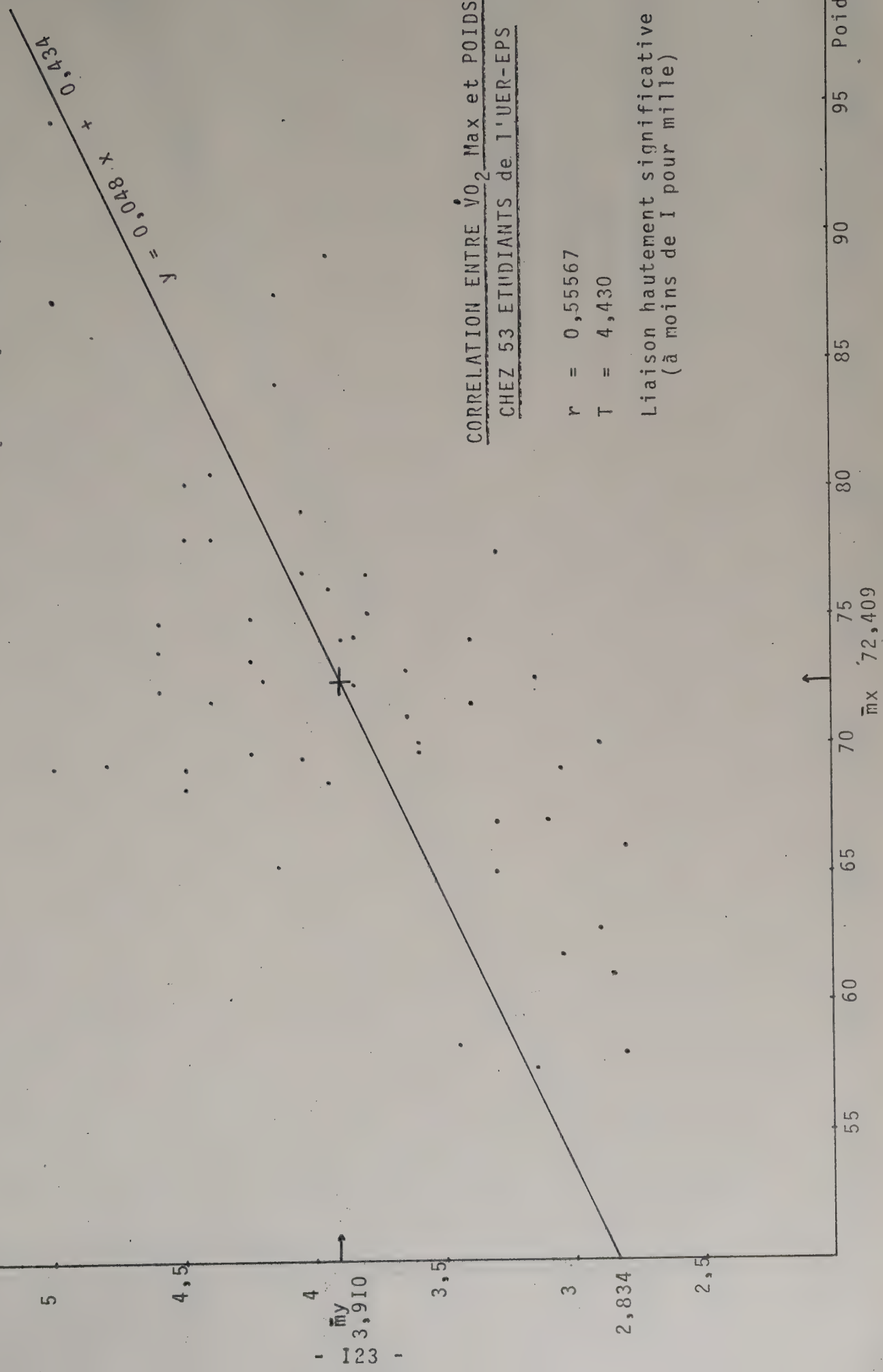
1,35

1,30

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{141,277}{2930,000} = 0,048$$

$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$

$\dot{V}O_2$ Max
l/min



CORRELATION ENTRE $\dot{V}O_2$ Max et POIDS
CHEZ 53 ETUDIANTS de l'UER-EPS

$$r = 0,55567$$

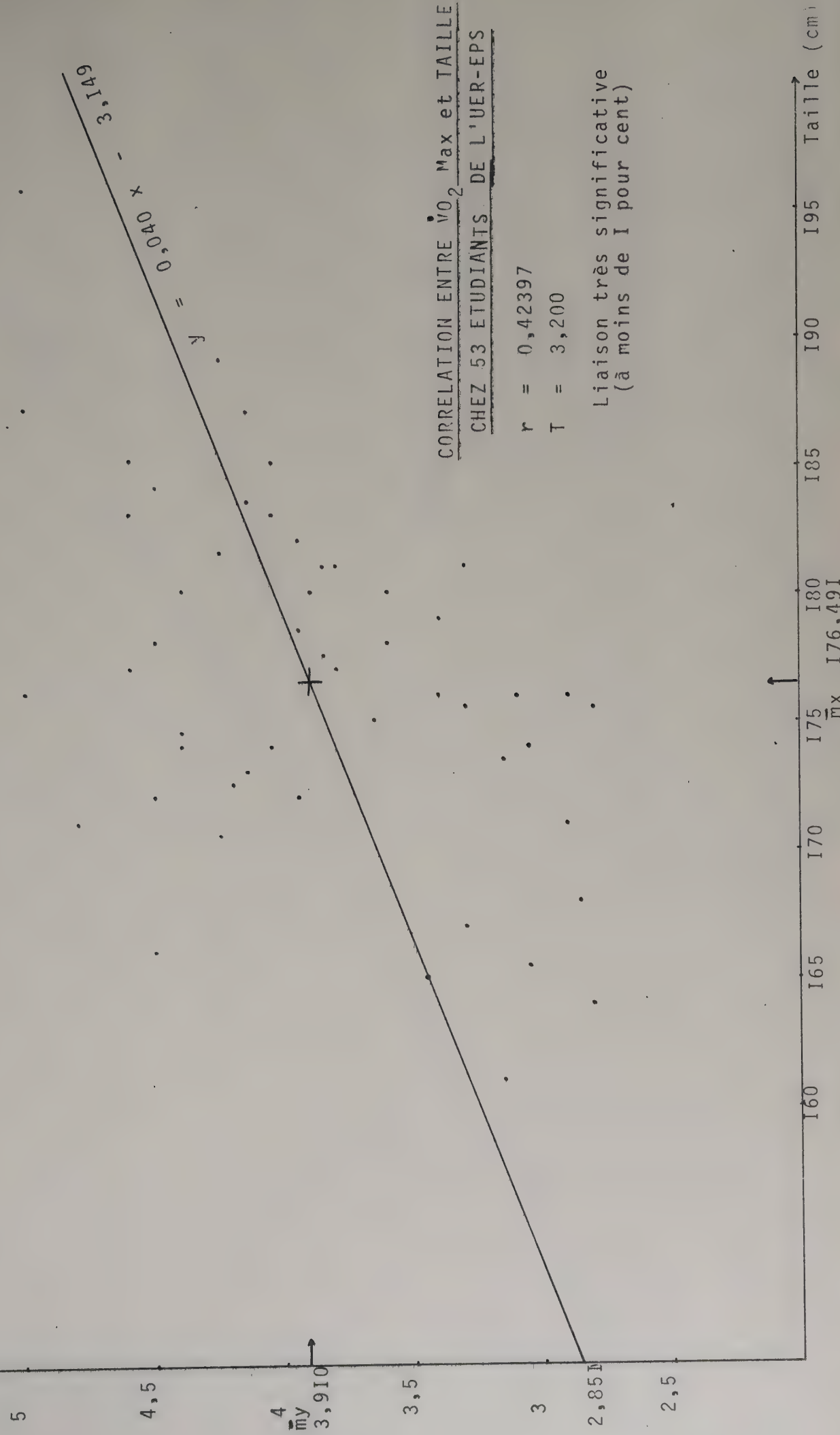
$$T = 4,430$$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)

VO₂ Max
l/min

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{98,105}{2427,000} = 0,040$$

$$y - \bar{my} = P (x - \bar{mx})$$



CORRELATION ENTRE VO₂ Max et TAILLE
CHEZ 53 ETUDIANTS DE L'UER-EPS

Liaison très significative
(à moins de 1 pour cent)

VO₂ Max
l/min

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{101,234}{1712,125} = 0,059$$

$$y - \bar{m}y = P(x - \bar{m}x)$$

5

4,5

4

$\bar{m}y$
3,910
125

3,5

3

2,653

2,5

50

55

60

65

70

75

80

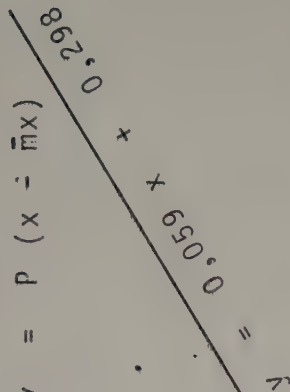
Masse maigre (kg)

CORRELATION ENTRE VO₂ Max et MASSE MAIGRE
CHEZ 53 ETUDIANTS de l'UER-EPS

$$r = 0,52088$$

$$T = 4,084$$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)



VO₂ Max
l/min

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{2,335}{0,869} = 2,686$$

$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$

5

4,5

4

$\bar{m}y$
3,910

3,5

3,070

2,5

$$y = 2,686 x - 1,147$$

CORRELATION ENTRE VO₂ Max et SURFACE
CHEZ 53 ETUDIANTS DE L'UER-EPS

$$r = 0,53345$$

$$T = 4,207$$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)

$\bar{m}x$
1,883

1,90

1,85

1,80

1,75

1,70

1,65

1,95

2,00

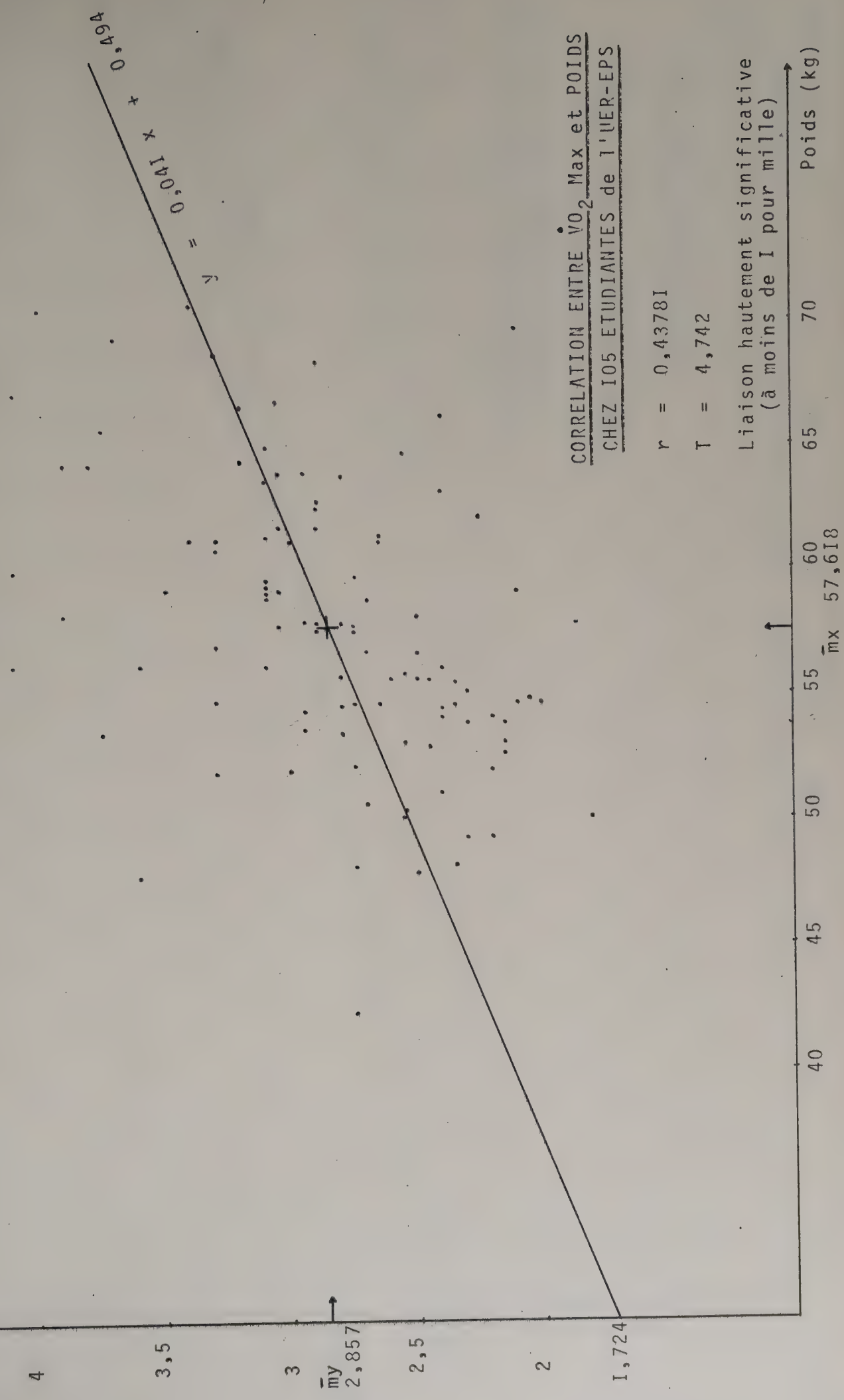
2,05

Surface (m²)

VO₂ Max
l/min

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{140,180}{3371,562} = 0,041$$

$$y - \bar{my} = P (x - \bar{mx})$$



CORRELATION ENTRE VO₂ Max et POIDS
CHEZ 105 ETUDIANTES de l'UER-EPS

$$r = 0,43781$$

$$T = 4,742$$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)

VO₂ Max

l/min

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{64,578}{3104,000} = 0,020$$

$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$

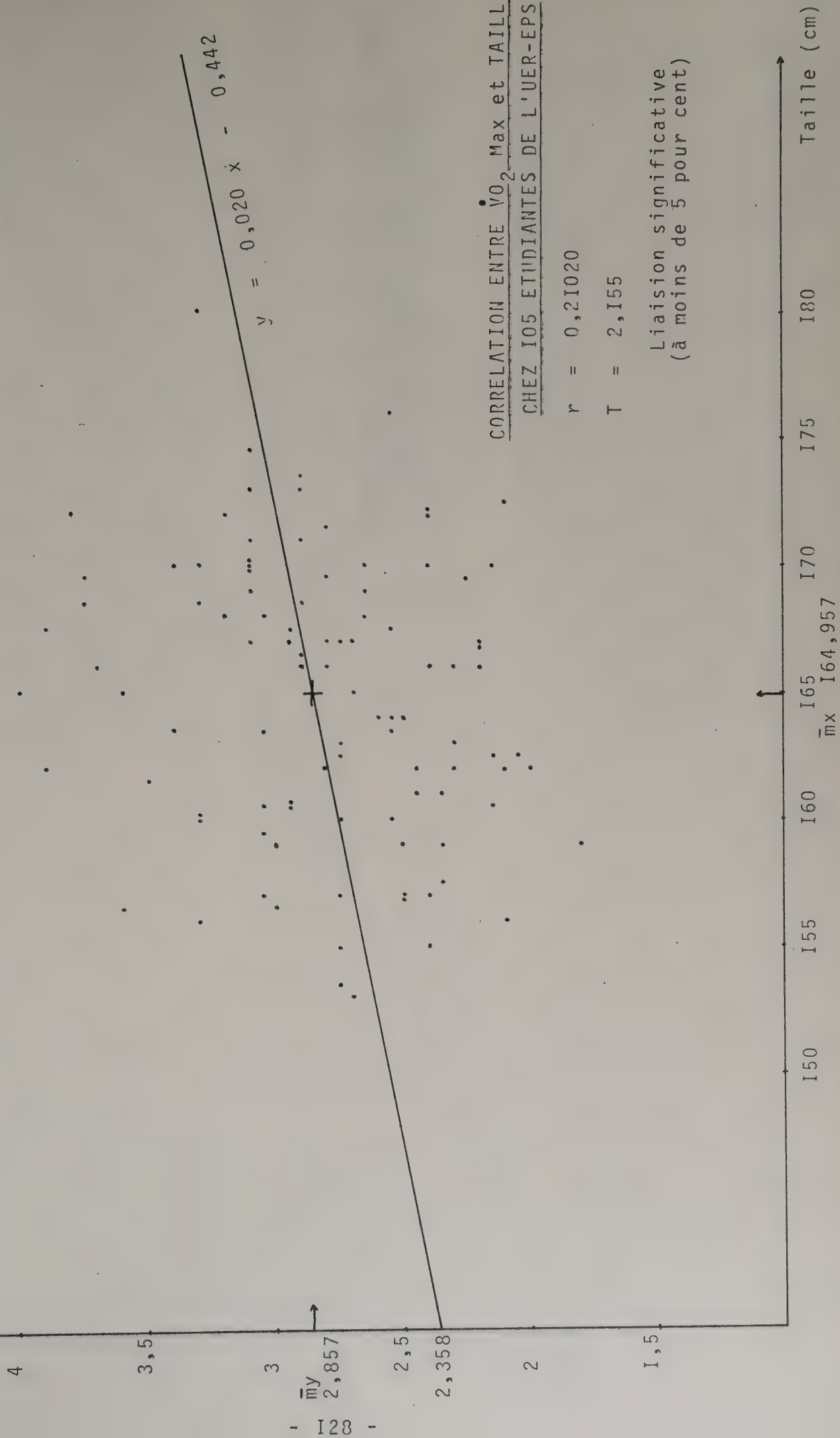
$$y = 0,020 x - 0,442$$

CORRELATION ENTRE VO₂ Max et TAILLE
CHEZ 105 ETUDIANTES DE L'UER-EPS

$$r = 0,21020$$

$$T = 2,155$$

Liaison significative
(à moins de 5 pour cent)



$$P = \frac{\text{num. covar.}}{\text{num. var. x}} = \frac{0,037}{1653,187} = 0,051$$

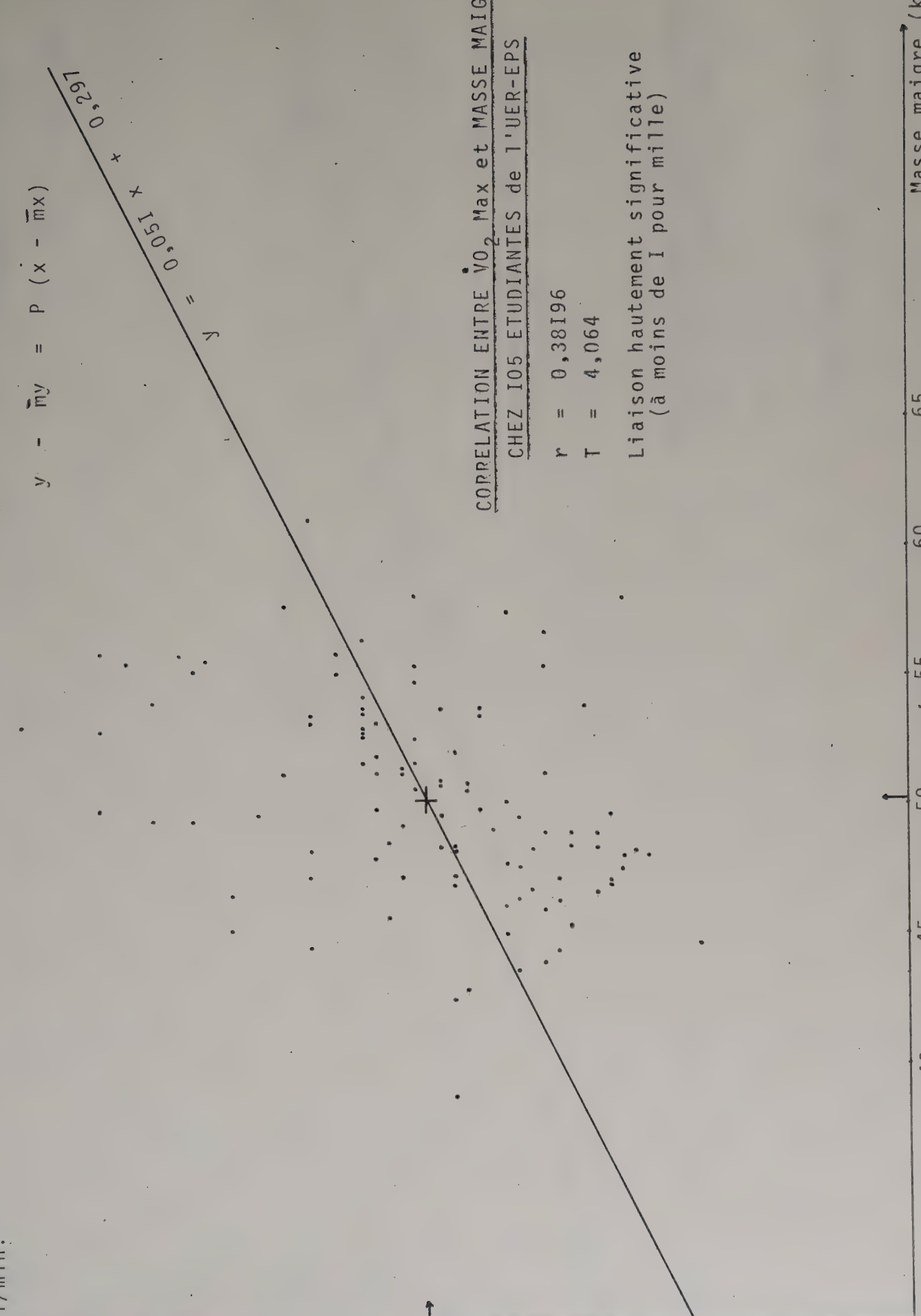
$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$

$$y = 0,051 x + 1,6297$$

VO₂ Max
l/min.

4
3,5
3
2,5
2
1,5

$\bar{m}y$
2,857
129



CORRELATION ENTRE VO₂ Max et MASSE MAIGRE
CHEZ 105 ETUDIANTES de l'UER-EPS

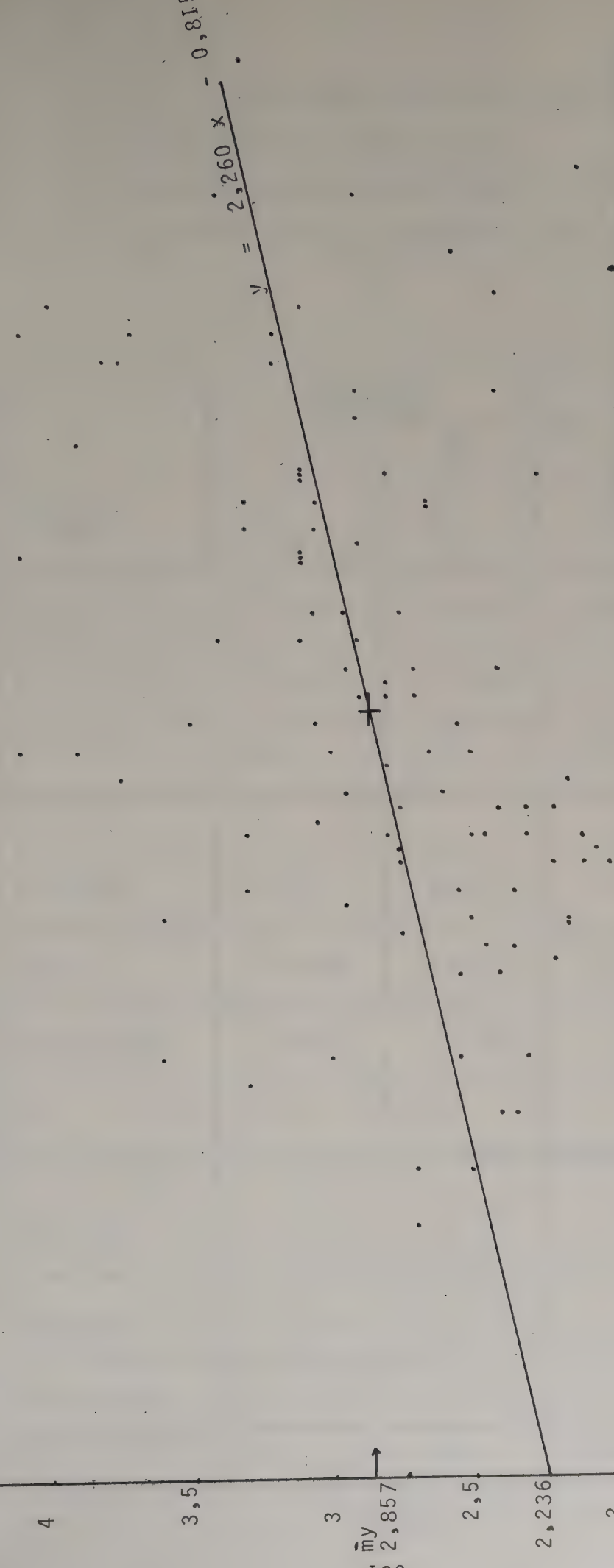
$r = 0,38196$
 $T = 4,064$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)

Masse maigre (kg)
65
60
55
50,195
50
45
40

$$P = \frac{\text{num.covar.}}{\text{num.var.x}} = \frac{2,127}{0,941} = 2,260$$

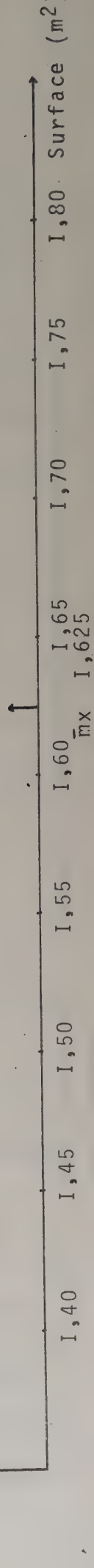
$$y - \bar{m}y = P (x - \bar{m}x)$$



CORRELATION ENTRE $\dot{V}O_2 \text{ Max}$ et SURFACE
CHEZ 105 ETUDIANTES DE L'UER-EPS

$r = 0,39765$
 $T = 4,250$

Liaison hautement significative
(à moins de 1 pour mille)



Nous avons étudié la $\dot{V}O_2$ Max rapportée :

- au Kg de poids ($\dot{V}O_2$ Max/kg)
- au Kg de masse maigre ($\dot{V}O_2$ Max/MM)
- au m² de surface corporelle ($\dot{V}O_2$ Max/S)

		<u>MEDECINE</u>		<u>UER-EPS</u>	
		♂	♀	♂	♀
	Valeurs extrêmes	29.9 65.0	25.6 59.6	41.4 73.1	30.2 75.6
0 ₂ Max/kg (l/kg/min)	Moyenne	45.729	38.655	54.053	49.719
	Ecart type	6.787	7.640	7.620	8.500
	N	90	94	53	105
0 ₂ Max/MM (l/kg/min)	Valeurs extrêmes	36.9 70.3	27.1 69.5	48.4 90.4	36.2 83.0
	Moyenne	51.620	43.971	63.913	56.951
	Ecart type	7.459	8.114	9.360	9.936
	N	90	94	53	105
0 ₂ Max/S (l/m ² /min)	Valeurs extrêmes	1.17 2.25	0.83 2.07	1.55 2.91	1.15 2.59
	Moyenne	1.655	1.345	2.073	1.756
	Ecart type	0.233	0.248	0.301	0.306
	N	90	94	53	105

Nous avons fait une étude de la différence Σ :

Entre médecine ♂ et médecine ♀ :

$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/kg} = 6,648$	différence significative à moins de $1/10^9$.
$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/MM} = 6,662$	différence significative à moins de $1/10^9$.
$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/S} = 8,959$	différence significative à moins de $1/10^9$.

Entre médecine ♂ et UER-EPS ♂ :

$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/kg} = 6,580$	différence significative à moins de $1/10^9$.
$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/MM} = 8,141$	différence significative à moins de $1/10^9$.
$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/S} = 8,708$	différence significative à moins de $1/10^9$.

Entre médecine ♀ et UER-EPS ♀ :

$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/kg} = 9,705$	différence significative à moins de $1/10^9$.
$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/MM} = 10,140$	différence significative à moins de $1/10^9$.
$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/S} = 10,620$	différence significative à moins de $1/10^9$.

Entre UER-EPS ♂ et UER-EPS ♀ :

$\Sigma \dot{V}O_2 \text{ Max/kg} = 3,241$	différence significative à moins de 1 % proche de 1 pour mille (une chance sur 1000 que cette différence soit due au hasard)
--	--

$\leq \dot{V}O_2 \text{ Max/MM} = 4,324$	différence significative à moins de $1/10^4$.
$\leq \dot{V}O_2 \text{ Max/S} = 6,215$	différence significative à moins de $1/10^9$.

3) Comparaisons avec les résultats d'autres auteurs :

a) Chez des athlètes :

- ASTRAND, chez 6 athlètes de 23 à 30 ans :
4,93 litres/minute.
- ASTRAND, chez 33 athlètes de 20 à 29 ans :
4,10 litres/minute, soit 58 ml/kg/minute.
(0,36).
- HERMANSEN chez 14 athlètes de moyenne d'âge 27,7 ans :
4,8 litres/minute, soit 71 ml/kg/minute.
(0,54) (6,8)
- ROWEL, TAYLOR et WANG, chez 10 athlètes de 18 à 24 ans :
4,47 litres/minute.
(0,39)
- SALTIN et ASTRAND, chez 20 athlètes masculins de 21 à 33 ans, champions du monde ou champions olympiques :
5,57 litres/minute, soit 78,7 ml/kg/minute.
chez 10 athlètes féminines de 15 à 28 ans, championnes du monde ou olympiques :
3,61 litres/minute, soit 61,8 ml/kg/minute.
- Les chiffres maximaux trouvés par ASTRAND et SALTIN :
 - chez les hommes :
6,17 litres/minute, soit 70,9 ml/kg/minute
et 85 ml/kg/minute.

-- chez les femmes :

4,07 litres/minute, soit 63,6 ml/kg/minute
et 74 ml/kg/minute.

b) Chez des "sportifs" ou sujets physiquement entraînés :

- ANDERSEN, chez des sujets masculins d'âge dispersé, de moyenne d'âge 54,7 ans :
3,360 litres/minute, soit 48 ml/kg/minute.
(0,443) (6,4)
- ASTRAND, chez 21 jeunes entraînés de 18-19 ans :
4,01 litres/minute, soit 61,4 ml/kg/minute.
- ASTRAND, chez 12 étudiants en éducation physique de 20 à 30 ans :
4,05 litres/minute, soit 52,5 ml/kg/minute chez les étudiants,
2,60 litres/minutes chez les étudiantes.
(0,10)
- ASTRAND et RYHMING, chez 18 garçons entraînés de 20 à 30 ans :
4,12 litres/minute, soit 58,4 ml/kg/minute.
(0,06)
chez 9 filles entraînées de 20 à 30 ans :
2,90 litres/minute.
- BLANCHOT, chez 25 étudiants de l'IER-EPS de NANCY, de moyenne d'âge 21 ans :
3,56 litres/minute, soit 51,8 ml/kg/minute, soit
(0,65) (6,9)
1,96 l/m²/mn.
(0,29)
- BUSKIRK et TAYLOR, chez 15 sujets entraînés de 18 à 29 ans :
3,951 litres/minute, soit 52,8 ml/kg/minute.
(0,430) (5,5)

- CURETON, chez les sujets entraînés :
3,78 litres/minute.

- DEVRIES, chez 16 étudiants en éducation physique de
20 à 26 ans :
3,59 litres/minute.
(0,61)

- FLANDROIS, chez 30 sujets entraînés de 18 à 33 ans :
3,275 litres/minute, soit 47,0 ml/kg/minute.
(0,07)

- FLANDROIS, chez 30 sujets entraînés de 18 à 36 ans :
3,10 litres/minute.
(0,07)

- GRIMBY, chez 9 sujets entraînés de 45 à 55 ans :
3,56 litres/minute, soit 50,8 ml/kg/minute.

- LACOUR, chez des étudiants d'UER-EPS :
52,8 ml/kg/minute.

- PLACHETA et DRAZIL, chez 10 sujets entraînés de 17
18 ans :
3,520 litres/minute, soit 48,8 ml/kg/minute.
(0,458) (3,8)

chez 10 sujets entraînés de 24 - 25 ans :
3,883 litres/minute, soit 50,1 ml/kg/minute.
(0,64) (10,4)

- ROBINSON, chez des sujets entraînés de 20 à 30 ans :
3,5 litres/minute.

- ROWEL, TAYLOR et WANG, chez 7 sujets entraînés de 18
à 24 ans ;
3,39 litres/minute.
(0,56)

- SLOMIN, chez 50 sujets entraînés de moyenne d'âge 21 ans :
4,05 litres/minute.
(0,39)
- TAYLOR, chez 12 sujets masculins entraînés de 18 à 35 ans :
3,6 litres/minute, soit 48 ml/kg/minute.
(0,5)
- ZELENKA et BUCHBERGER, chez 10 sujets entraînés de moyenne d'âge 20 ans :
3,80 litres/minute, soit 50,6 ml/kg/minute.
(0,39) (6,2)

Nous notons chez cette catégorie de sujets des valeurs de :

3,1 à 4,12 litres/minute pour les sujets masculins
(47 à 61,4 ml/kg/mn), et
2,60 à 2,90 litres/minute pour les sujets féminins.

c) Chez des sujets non entraînés :

- ANDERSEN et HERMANSEN, chez des étudiants de 20 à 30 ans :
3,21 litres/minute, soit 44 ml/kg/minute
(0,36) (3,9)
- ASTRAND, chez 8 sujets de 19 à 27 ans :
3,10 litres/minute, soit 44 ml/kg/minute.
- BURSKIRK et TAYLOR, chez 32 étudiants et soldats de 18 à 29 ans :
3,44 litres/minute, soit 44,6 ml/kg/minute.
(0,46) (5,5)

- FLANDROIS, chez 39 sujets de 18 à 36 ans :
2,85 litres/minute, soit 44,04 ml/kg/minute.
(0,08)

- FLANDROIS, chez 43 sujets de 18 à 28 ans :
2,86 litres/minute.

- FLANDROIS et LACOUR, chez 73 étudiants en médecine
de 17 à 23 ans :
3,1 litres/minute, soit 46,9 ml/kg/minute.

- GLASSFORD, chez 34 étudiants et militaires du Canada
de 17 à 33 ans :
3,714 litres/minute, soit 49,30 ml/kg/minute.
(0,837) (10,72)

- HETTINGER, chez des sujets de 20 à 30 ans :
2,62 litres/minute.
(0,36).

- KASCH, chez 13 sujets d'âge dispersé, de moyenne d'âge 40 ans :
48,3 ml/kg/minute sur tapis roulant
(4,5)
48,0 ml/kg/minute par le Step Test
(5,1)

- LACOUR, chez le "français moyen"
45 ml/kg/minute.

- TERASLINNA, chez 31 sujets masculins de 23 à 49 ans :
2,85 litres/minute
(0,414)

- WELCH, chez 28 employés de laboratoire de l'armée US.
de moyenne d'âge 23,7 ans :
3,73 litres/minute, soit 49,5 ml/kg/minute;
(0,45)

Nous notons ici des valeurs de 2,62 à 3,44 litres/minute (44 à 46,9 ml/kg/minute).

En effet, les deux résultats à 3,714 et 3,73 représentent des soldats américains ou canadiens, donc des sujets déjà sélectionnés.

Rappelons ici nos résultats qui correspondent très bien avec les résultats des autres auteurs :

	<u>MEDECINE</u>		<u>UER-EPS</u>	
	♂	♀	♂	♀
$\dot{V}O_2$ Max (l/min)	2,981 2,1 → 4,1	2,156 1,3 → 3,2	3,803 2,8 → 5,45	2,761 1,8 → 4,5
$\dot{V}O_2$ Max /kg (ml/kg/min)	45,729 29,9 → 65,0	38,655 25,6 → 59,6	54,053 41,4 → 73,1	49,719 30,2 → 75,6
$\dot{V}O_2$ Max/MM (ml/kg/min)	51,620 36,9 → 70,3	43,971 27,1 → 69,5	63,913 48,4 → 90,4	56,951 36,2 → 83,0
$\dot{V}O_2$ Max/S (l/m ² /min)	1,655 1,17 → 2,25	1,345 0,83 → 2,07	2,073 1,55 → 2,91	1,756 1,15 → 2,59

Nous pouvons alors faire une classification
approximative :

Pour les Hommes :

- moyen : de 2,6 à 3,5 litres/minute
de 40 à 50 ml/kg/minute.
- bon : de 3,5 à 4,1 litres/minute
de 50 à 65 ml/kg/minute.
- excellent : au-dessus de 4,1 litres/minute
au-dessus de 65 ml/kg/minute.

Pour les Femmes :

- moyen : de 2 à 2,5 litres/minute
de 30 à 40 ml/kg/minute.
- bon : de 2,5 à 3,5 litres/minute
de 40 à 55 ml/kg/minute.
- excellent : au-dessus de 3,5 litres/minute
au-dessus de 55 ml/kg/minute.

CONCLUSION

Nous avons étudié les résultats du Step Test d'HARWARD et de l'estimation indirecte de la consommation maximale d'oxygène par le normogramme d'ASTRAND et RYHMING, chez des étudiants en médecine et chez des étudiants de l'UER-EPS, futurs professeurs d'éducation physique.

Nos échantillons de population sont suffisants pour permettre une étude statistique. Ils sont homogènes et comparables. Les étudiants de l'UER-EPS sont en moyenne plus âgés que les étudiants en médecine, de 2 ans environ.

Le nombre assez important de nos sujets nous permet de confirmer, par une étude mathématique, ce que trouvaient de nombreux auteurs sur des séries plus restreintes.

Nous apportons quelques précisions nouvelles sur certains points.

I) Le Step Test d'HARWARD

Nous avons testé :

156 étudiants en médecine,
60 étudiantes en médecine,
94 étudiants de l'UER-EPS,
113 étudiantes de l'UER-EPS.

Ce test réputé difficile et épuisant, fut exécuté par des volontaires au cours de séances de travaux

pratiques de physiologie. Il est donc certain que tous ceux qui entreprirent cet effort étaient motivés.

Sur cet ensemble de 423 sujets, des deux sexes, de 18 à 27 ans, nous avons eu 10 abandons, soit 2,36 %.

Ce chiffre nous permet de dire que le test est fatigant et nécessite un effort de volonté, mais qu'il est largement praticable chez des jeunes désirant faire du sport. Il nous semble important de combattre un préjugé défavorable largement répandu à l'encontre de ce test, en affirmant qu'il est un test dur mais non épuisant.

La différence hautement significative entre étudiants en médecine et étudiants de l'UER-EPS montre l'importance de ce test pour apprécier l'aptitude physique.

La différence entre étudiants et étudiantes n'est pas significative, et ceci nous permet de confirmer que la modification de SLOAN que nous avons adoptée pour les étudiantes, est parfaitement adaptée.

Nous n'avons pas trouvé de liaison significative entre les résultats du test d'HARWARD et l'âge, le poids, la taille, la masse maigre, la surface corporelle de nos sujets. Ceci nous permet de dire que l'indice d'HARWARD est vraiment représentatif de l'aptitude physique de l'individu testé, quelles que soient ses mensurations. Il permet alors, sans correction, la comparaison de deux sujets très différents : un sujet grand et gros peut avoir la même aptitude du coeur gauche qu'un sujet petit et maigre.

Nous pouvons au terme de notre étude faire un classement plus précis en fonction de l'indice d'HARWARD :

moyen	: de 65 à 80
bon	: de 80 à 100
excellent	: au-dessus de 100.

Nous pensons que le Step Test d'HARWARD doit être sorti de l'oubli, car nous détruisons une impression fausse de brutalité dont il était victime et nous montrons qu'il a une grande valeur pour la sélection de jeunes attirés par la pratique du sport.

2) L'estimation indirecte de la consommation maximale d'oxygène par le normogramme d'ASTRAND et RYHMING

Nous avons testé sur bicyclette ergométrique pour l'appréciation de la $\dot{V}O_2$ Max :

92 étudiants en médecine,
95 étudiantes en médecine,
104 étudiants de l'UER-EPS,
148 étudiantes de l'UER-EPS.

L'étude statistique de nos résultats confirme les résultats des autres auteurs, comme nous le montrons en rappelant de nombreux résultats puisés dans la littérature.

Les différences hautement significatives entre étudiants et étudiantes, et entre étudiants en médecine et étudiants de l'UER-EPS, confirment l'opinion des différents auteurs. L'estimation de la $\dot{V}O_2$ Max est une bonne appréciation de l'aptitude physique et permet de faire une sélection des sujets pour le sport comme le souligne en particulier FLANDROIS.

Il existe une liaison très significative entre la $\dot{V}O_2$ Max et le poids, la taille, la masse maigre et la surface corporelle de nos sujets.

Nous montrons pour chaque population étudiée le coefficient de corrélation, le test d'après le Z de Fisher, l'équation de la droite de régression permettant de prévoir la $\dot{V}O_2$ Max théorique en fonction du poids, de la taille, de la masse maigre, de la surface. La consommation maximale d'oxygène est donc bien influencée par les mensura-

tions, ce qui s'explique aisément par le fait qu'elle teste l'ensemble pneumo-cardio-circulatoire.

L'étude des mesures rapportées au Kg de poids, au Kg de masse maigre, au m^2 de surface corporelle permet de confirmer une différence très significative entre étudiants en médecine et étudiants de l'UER-EPS, au même seuil que pour la $\dot{V}O_2$ Max.

Entre étudiants et étudiantes, les différences diminuent notablement, mais restent très significatives contrairement à ce que disent les autres auteurs (ASTRAND et FLANDROIS en particulier).

En effet, ces auteurs trouvent que la $\dot{V}O_2$ Max rapportée au Kg de poids est très voisine chez les sujets masculins et féminins, et qu'elle est égale lorsqu'elle est rapportée à la masse maigre.

Nous trouvons entre les étudiants et les étudiantes en médecine une différence significative à moins de $1/10^9$. Entre les étudiants et étudiantes de l'UER-EPS, la différence pour la $\dot{V}O_2$ Max par kg de poids est significative à moins de 1 % proche de 1 pour mille, et pour la $\dot{V}O_2$ Max par kg de masse maigre, elle est significative à moins de 1 pour 10 000.

Notre étude porte sur un nombre suffisamment important pour que nous puissions affirmer que la mesure de la $\dot{V}O_2$ Max rapportée au kg de poids ou au kg de masse maigre est plus proche entre les deux sexes que les mesures de la $\dot{V}O_2$ Max mais qu'il persiste tout de même une différence significative.

Nous nous permettons à ce propos de rappeler que chez les athlètes de haut niveau, qui subissent dans les deux sexes le même genre d'entraînement et les mêmes impératifs d'hygiène de vie, les différences des performances sont très significatives. La préparation à la compétition telle qu'elle se pratique actuellement pour les champions olympiques, permet de minimiser le pourcentage de graisses corporelles et de mi-

nimiser surtout la différence à ce propos entre athlètes masculins et féminins.

Or, les chiffres trouvés par ASTRAND et SALTIN chez les athlètes montrent une différence entre les deux sexes :

5,57 l/min, soit 78,7 ml/kg/min chez les hommes
3,61 l/min, soit 61,8 ml/kg/min chez les femmes.

plus importantes que chez nos étudiants de CAEN :

2,98 l/min, soit 45,7 ml/kg/min chez les étudiants en médecine
2,15 l/min, soit 38,6 ml/kg/min chez les étudiantes en médecine
3,80 l/min, soit 54 ml/kg/min chez les étudiants de l'UER-EPS
2,76 l/min, soit 49,7 ml/kg/min chez les étudiantes de
l'UER-EPS.

Il nous semble donc que la différence d'aptitude physique entre un homme et une femme ne soit pas entièrement due à une différence de pourcentage de graisses corporelles, mais bien à une différence de constitution générale, de morphologie, de taux hormonaux peut-être.

Nous pouvons au terme de notre étude faire un classement approximatif en fonction de la $\dot{V}O_2$ Max :

Pour les hommes jeunes :

<u>moyen</u>	: de 2,6 à 3,5 l/minute de 40 à 50 ml/kg/minute.
<u>bon</u>	: de 3,5 à 4,1 l/minute de 50 à 65 ml/kg/minute.
<u>excellent</u>	: au-dessus de 4,1 l/minute au-dessus de 65 ml/kg/minute.

Pour les femmes jeunes :

<u>moyen</u>	: de 2 à 2,5 l/minute de 30 à 40 ml/kg/minute.
<u>bon</u>	: de 2,5 à 3,5 l/minute de 40 à 55 ml/kg/minute.
<u>excellent</u>	: au-dessus de 3,5 l/minute au-dessus de 55 ml/kg/minute.

Nous pensons que la $\dot{V}O_2$ Max est une excellente mesure représentative de l'aptitude physique dont l'intérêt va croissant pour la sélection des sportifs, puisqu'elle est proportionnelle à la possibilité de l'individu testé. Elle est précieuse pour suivre l'entraînement. Elle prend de l'importance actuellement dans le cadre de la rééducation des cardiaques.

L'intérêt du Step-Test d'HARWARD et de l'estimation indirecte de la consommation maximale d'oxygène par le normogramme d'ASTRAND et RYHMING devrait inciter

les médecins praticiens,
les médecins du travail,
les médecins-experts,
les cardiologues,
les entraîneurs sportifs,
les professeurs d'éducation physique,
les sportifs eux-mêmes,

à consulter régulièrement les centres médico-sportifs qui sont équipés pour pratiquer ces tests.

Puisse cette thèse y contribuer !

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ADAMS F.H., BENGTSSON E., BERVEN H., WEGELIUS C.
The physical working capacity of normal school children.
Pediatrics, 1961, 28, 243/247.
- 2 - ADAMS F.H., LINDE L.M., MIYAKE H.
Physical working capacity of normal school children.
Pediatrics, 1961, 28, 55/64.
- 3 - ALOST R.A.
A study of the effect of initial cardio-vascular condition
type of training program and frequency of practice periods upon
the cardio-vascular development of college men.
Dissertation Abstract, 1964, 24, 5174/5175.
- 4 - AMERICAN ASSOCIATION FOR HEALTH, PHYSICAL EDUCATION AND RECRE-
ATION.
The A.A.H.P.E.R. fitness test manual.
Rev. ed. Washington DC. 1965.
- 5 - ANDERSEN K.L.
Respiratory recovery from muscular exercise of short duration.
Acta Physiol. Scand. 1960, 48, (suppl.168).
- 6 - ANDERSEN K.L., HERMANSEN L.
Aerobic work capacity in middle aged norwegian men.
J. Appl. Physiol., 1965, 20, 432/436.
- 7 - ANDERSEN K.L., LANGE C.
Measurement of maximal oxygen uptake and related respiratory
and circulatory functions.
IBP Handbook. Bergen 1967.

- 8 - ANDRAL A., TIMARU J., FLOREA E.
Contribution à l'étude de l'influence de l'éducation physique
sur l'organisme des jeunes gens de 17 à 19 ans.
Méd. du Sport, 1967, 41, N° 3, 145.
- 9 - ANDRAL A., TIMARU J., FLOREA E.
Les variations de certaines épreuves fonctionnelles chez les
étudiants sportifs et non sportifs.
Méd. du Sport, 1967, 41 N° 3, 150.
- 10 - ANDREW G.M., GUZMAN C.A., BECKLAKE M.R.
Effect of athletic training on exercise cardiac output.
J. Appl. Physiol. 1966, 21, 603/608.
- 11 - ANDRIVET
Utilisation de deux tests biologiques simples dans le contrôle
médical sportif.
Méd. du Sport, 1954, 28 N° 1, 28.
- 12 - ASMUSSEN E.
Aerobic Recovery after anaerobiosis in rest and work.
Acta Physiol. Scand. 1946, 11, 197.
- 13 - ASMUSSEN E., NIELSEN M.
Cardiac output during muscular work and its regulation.
Physiol. Rev. 1955, 35, 778/800.
- 14 - ASMUSSEN E., HEMMINGSEN I.
Determination of maximum working capacity at different ages
in work with the legs or with the arms.
Scand. J. Clin. Lab. Invest. 1958, 10, 67/71.
- 15 - ASMUSSEN E., JOHANSEN S.H., JORGENSEN M., NIELSEN M.
On the nervous factors controlling respiration and circulation
during exercise. Experiments with curarization.
Acta Physiol. Scand., 1965, 63, 343/350.
- 16 - ASTRAND I., ASTRAND P.O., RODAHL K.
Maximal heart rate during work in older men.
J. Appl. Physiol. 1959, 14, 562/566.

- I7 - ASTRAND I.
Aerobic work capacity in men and women with special reference to age.
Acta Physiol. Scand. 1960, 49 (suppl. I69) I/92.
- I8 - ASTRAND I., ASTRAND P.O., CHRISTENSEN E.H.
Aerobic work capacity in men and women.
Acta Physiol. Scand. 1960, 49 (suppl. I63), 254/258.
- I9 - ASTRAND I., ASTRAND P.O., CHRISTENSEN E.H.
Circulatory and respiratory adaptation to severe muscular work.
Acta Physiol. Scand. 1960, 50, 254/258.
- 20 - ASTRAND I., ASTRAND P.O., CHRISTENSEN E.H., HEDMAN R.
Intermittent muscular work.
Acta Physiol. Scand. 1960, 48, 443.
- 2I - ASTRAND I.
Degree of strain during building work as related to individual aerobic work capacity.
Ergonomics 1967, 10, 293.
- 22 - ASTRAND I.
Aerobic working capacity in men and women in some professions.
Försvars-medicin 1967, 3, I63.
- 23 - ASTRAND P.O.
Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age.
Ejnar Munksgaard 1952, 20/27.
- 24 - ASTRAND P.O.
A study of capacity for hard muscular work of I7 to I9 years old male youths.
Arbeits Physiologie 1953, I5, 25I/254.
- 25 - ASTRAND P.O.
Study of bicycle modifications using a moteur driven treadmill-bicycle ergometer.
Arbeits Physiologie 1953, I5, 23.

- 26 - ASTRAND P.O., Irma RYHMIN
A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness)
from pulse rate during submaximal work.
J. Appl. Physiol. 1954, 7, 218/221.
- 27 - ASTRAND P.O.
Human physical fitness with special reference to sex and age.
Physiol. Rev. 1956, 36, 307/395.
- 28 - ASTRAND P.O., SALTIN B.
Oxygen uptake during the first minutes of heavy muscular exercise.
J. Appl. Physiol. 1961, 16, 971.
- 29 - ASTRAND P.O., SALTIN B.
Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular
activity.
J. Appl. Physiol. 1961, 16, 977.
- 30 - ASTRAND P.O.
La condition physique.
Paris, Départ. Technique Presses de la Cité. 1964, 184 P.
- 31 - ASTRAND P.O., CHRISTENSEN E.H.
Aerobic work capacity.
In F. DICKENS, E. NEIL, W.F. WIDDAS : "Oxygen in the animal orga-
nism"
Pergamon Press. New York 1964, P. 295.
- 32 - ASTRAND P.O., CUDDY T.E., SALTIN B., STENBERG J.
Cardiac output during submaximal work.
J. Appl. Physiol. 1964, 19, 268/274.
- 33 - ASTRAND P.O., EKBLOM B., MESSIN R., SALTIN B., STENBERG J.,
WALLSTROM B.
Effect of training on circulation during exercise.
Intern. Congr. Physiol. Sci. 23rd. TOKYO 1965.
- 34 - ASTRAND P.O.
Aerobic work capacity during maximal performance under various
conditions.
Circul. Res. 1967, 20 (suppl. I), 202/210.

- 35 - ASTRAND P.O., RODAHL K.
L'entraînement physique.
"Manuel de physiologie de l'exercice musculaire".
Masson éd. 1972, 349/401.
- 36 - ASTRAND P.O., RODAHL K.
L'aptitude physique.
"Manuel de physiologie de l'exercice musculaire".
Masson éd. 1972, 258/296.
- 37 - ASTRAND P.O., RODAHL K.
Evaluation de l'aptitude physique à partir d'épreuves de laboratoire.
"Manuel de physiologie de l'exercice musculaire".
Masson éd. 1972, 317/346.
- 38 - ASTRAND P.O., RODAHL K.
Dimensions de l'organisme et travail musculaire.
"Manuel de physiologie de l'exercice musculaire".
Masson éd. 1972, 297/316.
- 39 - AUCHLINCLOSS J.H.
Effect of voluntary alterations of ventilatory pattern on the oxygen transfer function during early exercise.
Fed. Pruc. U.S.A. 1965, 24, 591.
- 40 - AZOULAY E., COHEN D.
Cours et Exercices de Statistique.
S.E.D.E.S. 2° édition PARIS, 1968, 157 P.
- 41 - BALANESCU F.G.
Considérations sur l'absorption d'oxygène durant les tests d'effort.
Int. Z. Angew. Physiol. 1965, 21, 49/61.
- 42 - BALKE B.
The effect of physical exercise on the metabolic potential in exercise and fitness.
The Athletic Institute, Chicago 1960, 73/81.

- 43 - BANNISTER R.G.
Muscular effort.
Brit. Med. Bull. 1956, 12, 222/225.
- 44 - BECKLAKE M.R., FRANK H., DAGENAIS G.R., OSTIGUY G.L., GUZMAN C.A.
Influence of age and sex on exercise output.
J. Appl. Physiol. 1965, 20, 938/947.
- 45 - BEHNKE A.R., FEEN B.G., WELHAM W.C.
The specific gravity of healthy men : body weight divided by
volume as index of obesity.
J. Am. Med. Asso. 1942, 118, 495.
- 46 - BEHNKE A.R.
Quantitative Assessment of body build.
J. Appl. Physiol. 1961, 16, 960.
- 47 - BENJAMIN F.B., PEYSER L.
Physiological effects of active and passive exercises.
J. Appl. Physiol. 1964, 19, 1212/1214.
- 48 - BINKHORST R.A., VAN LEEUWEN P.
A rapid method for the determination of aerobic capacity.
Int. Z. Angew. Physiol. 1963, 19, 459.
- 49 - BINKHORST R.A., POOL J., VAN LEEUWEN P., BOUHUYS A.
Maximum oxygen uptake in healthy non athletic males.
Int. Z. Angew. Physiol. 1966, 22, 10/18.
- 50 - BLANCHOT M.O.
Intérêt de l'estimation indirecte de la consommation maximale
d'oxygène dans l'évaluation de l'aptitude physique des spor-
tifs.
Thèse Med. Nancy 1967, 193 P.
- 51 - BOBBERT A.C.
Physiological comparison of three types of ergometry.
J. Appl. Physiol. 1960, 15, 1007.

- 52 - BOCK A.V., DILL D.B., TALBOT J.H.
Studies in muscular activity. Determination of the rate of circulation blood in man at work.
J. Physiol. Lond. 1928, 66, 121/132.
- 53 - BOCK A.V., VANCAULAERT C., DILL D.B., FOLING A., HURXTHAL L.M.
Studies in muscular activity. Dynamical changes occurring in man at work.
J. Physiol. Lond. 1928, 66, 136/161.
- 54 - BOCK A.V., VANCAULAERT C., DILL D.B., FOLING A., HURXTHAL L.M.
Studies in muscular activity. The steady state and the respiratory quotient during work.
J. Physiol. Lond. 1928, 66, 162/174.
- 55 - BORG G., DAHLSTROM H.
The reliability and validity of physical work test.
Acta Physiol. Scand. 1962, 55, 353/361.
- 56 - BOUCE PH.
Contribution à l'étude de la masse grasse corporelle.
Thèse Méd. Caen 1972, 75 P.
- 57 - BOUCE PH.
Le contrôle médical. Recherche de l'aptitude à la pratique du sport.
Conférence au C.E.S. de Biologie et Médecine du Sport. CAEN 1973. Laboratoire de Physiologie U.E.R. de Médecine CAEN.
5 P. dactylo.
- 58 - BOUDIER, MOURET.
Recherche sur deux tests d'exploration fonctionnelle cardiovasculaire en médecine sportive : test de CROMPTON et test de RUFFIER.
Méd. du Sport 1965, 39, N° 1, 31.
- 59 - BOURA M.
Intérêt de l'estimation indirecte de la consommation maximale d'O₂ dans l'évaluation de l'aptitude physique des sportifs.
Nice. Méd. 1969, 7 (1), 173/176.

- 60 - BOURA M., HOCHARD M.F., HOCHARD J.C.
Variations de la consommation d'O₂ au cours de trois années d'entraînement sportif.
J. Physiol. 1969, 61, (suppl. I), 96.
- 61 - BOURA M., MONNEAU J.P.
Modifications de l'aptitude physique consécutives à la pratique des sports.
Méd. du Sport, 1972, 46, N° I, 58/63.
- 62 - BRIGGS H.
Physical exertion, fitness and breathing.
J. Physiol. Lond. 1920, 54, 292/318.
- 63 - BRODAN V., MAREK I., KUHN E.
A mathematical evaluation of oxygen consumption during physical exercise and recovery.
Physiol. BOHENOSLOV. 1965, 14, 201/205.
- 64 - BROUHA L.A.
Physiologie de l'entraînement au travail musculaire.
Le travail humain 1940, 8, 79/94.
- 65 - BROUHA L.A., GRAYBIEL A., HEATH C.W.
Step-test; simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adult man.
Rev. Canad. de Biol. 1943, 2, 86/91.
- 66 - BROWN J.R., CROWDEN G.P.
The grading of muscular work.
J. Physiol. Lond. 1956, 133, 19 P.
- 67 - BUCHBERGER J.
Consommation d'O₂ chez les garçons et les filles entraînés selon divers modes.
Méd. du Sport. 1971, 45, 41/47.

- 68 - BUCHBERGER J., PACHLOPNIKOVA I.
Recherches radio-télémétriques et énergétiques au cours de quelques activités sportives typiques.
Méd. du Sport 1973, 47, N° 2, 30/35.
- 69 - BUSKIRK C., TAYLOR L.H.
Maximal oxygen uptake and its relations to body composition with special reference to chronic physical capacity and obesity.
J. Appl. Physiol. 1957, II, 72/78.
- 70 - CHAILLEY-BERT P., MERKLEN L., BOELLE R.
Aptitude aux sports et contrôle médical.
Paris, Bailliere 3° éd. 1952.
- 71 - CHAILLEY-BERT P.
Unification des tests cardio-fonctionnels dans le sport.
XI Congrès International de Médecine Sportive. Luxembourg 1956.
Luxembourg, impr. Bourg-Bourger, s.d.in 8°, 129/157.
- 72 - CHAILLEY-BERT P., PLAS F.
Les épreuves cardiaques fonctionnelles. Etude clinique, physiologique et électrocardiographique. But et principe des épreuves d'aptitude cardiaque fonctionnelle.
Méd. du Sport 1956, 30, N° 3, 123/172.
- 73 - CHAILLEY-BERT P., PLAS F.
Physiologie des activités physiques.
Paris, Bailliere 1962.
- 74 - CHAUZY
Etude de l'épreuve de Martinet en milieu scolaire.
Méd. du Sport 1968, 42, N° 4, 23.
- 75 - CHRISTENSEN E.H., KROGH A., LINDHARD J.
Recherche sur l'effort musculaire intense.
Bull. Org. Hyg. 1934, 3, 407/439.
- 76 - CHRISTENSEN E.H., HOGBERG P.
Steady-state, O₂ déficit and O₂ debt at severe work.
Arbeits Physiologie 1950, 14, 251/254.

- 77 - CHRISTENSEN E.H., HEDMAN R., SALTIN B.
Intermittent and continuous running.
Acta Physiol. Scand. 1960, 50, 269.
- 78 - COGSNELL R.C., HENDERSON C.R., BERRYMAN G.H.
Some observations of the effects of training on pulse rate,
blood pressure and endurance in humans using the step-test
treadmill and electrodynamic brake bicycle ergometer.
Amer. J. Physiol. 1946, 146, 422/430.
- 79 - CONSOLAZIO F.C., JOHNSON R.E., PHIL D.M.D.
Physiological measurements of metabolic functions in man.
New-York, Mc Graw-Hill Book Company, inc, 1963, 505 P.
- 80 - COLLUMBINE H.
Relationship between body build and capacity for exercise.
J. Appl. Physiol. 1949, 2, 155/168.
- 81 - COLLUMBINE H.
Relationship between resting pulse rate blood pressure and
physical fitness.
J. Appl. Physiol. 1949, 2, 278/282.
- 82 - CURETON T.K.
Relationship of physical fitness to athletic performance and
sports.
J. Amer. Med. Ass. 1956, 162, 1139/1149.
- 83 - CURETON T.K.
Improvement in oxygen uptake capacity resulting from sports
and training.
Amer. Correct. Ther. J. 1969, 23, 144/147.
- 84 - DAMOISEAU J., PETIT J.M., NAMUR M.
Régime ventilatoire stable au cours de l'exercice musculaire
prolongé chez l'individu sain.
Arch. Int. Physiol. 1961, 69, 310/326.

- 85 - DAMOISEAU J., PETIT J.M., BELGE G., COLLEE G.
Méthode simplifiée de mesure de la consommation maximale d'O₂.
Arch. Int. Physiol. Biochim. 1962, 70, I31/I32.
- 86 - DAMOISEAU J., DEROANNE R., PETIT J.M.
Consommation maximale d'oxygène aux différents ergomètres.
J. Physiol. Paris 1963, 55, 235/236.
- 87 - DARLING R.C.
The significance of physical fitness.
Arch. Phys. Med. 1947, 28, I40/I45.
- 88 - DAVIES C.T.
Heart rate during transition from rest to exercise in relation
to exercise tolerance.
J. Appl. Physiol. 1964, 19, 857/862.
- 89 - DAWSON M.B.
Effect of physical training and practice on the pulse rate;
blood pressure during activity and during rest.
Amer. J. Physiol. 1919, 50, 443/479.
- 90 - DEJOURS P.
Régulation de la ventilation au cours de l'exercice musculaire
chez l'homme.
J. Physiol. Paris 1959, 51, I63/261.
- 91 - DEJOURS P.
Exercice musculaire.
In Physiologie de KAYSER. Flammarion ed.
- 92 - DENOLIN H., DE COSTER A.
Les méthodes d'investigation de la fonction pulmonaire et
leurs applications.
Acta Tuberc. Belg. 1952, 43, 245/292.
- 93 - DENOLIN H.
La fonction pulmonaire au cours de l'effort.
Acta Belg. Arte Med. Pharm. Milit. 1958, 4, 521/572.

- 94 - DENOLIN H., SADOUL P., ORIE M.G.M.
L'exploration fonctionnelle pulmonaire.
Paris. Flammarion 1964. (Collection Méd. Chir. à révision annuelle).
- 95 - DEROANNE R., PIRNAY F., PETIT J.M.
Apport de la télémetrie dans le contrôle de la sollicitation cardiaque et l'estimation de la dépense énergétique imposée par les compétitions de 1500 et 3000 mètres en athlétisme.
Méd. du Sport, 1973, 47, N° 2, 38/42.
- 96 - DICKSON J.
L'utilisation de l'indice cardiaque de RUFFIER dans le contrôle médico-sportif.
Méd. du Sport 1950, 24, N° 2, 65.
- 97 - DIDISHEIM J.C., ROCH P.
Interprétation de tests ergométriques submaximaux et maximaux.
Modifications selon l'âge et l'entraînement.
Schweiz. Z. Sport. Med. 1964, 12, 80/89.
- 98 - DIFFRE H.
Contrôle du sport et de l'éducation physique.
Masson et Cie éd. PARIS 1923.
- 99 - DILL D.B., TALBOTT J.H., EDWARDS H.T.
Studies in muscular activity. Reponse of several individuals to a fixed task.
J. Physiol. Lond. 1920, 69, 267/305.
- 100 - DILL D.B., EDWARDS H.T., TALBOTT J.H.
Studies in muscular activity. Factors limiting the capacity for work.
J. Physiol. Lond. 1932, 77, 49/62.
- 101 - DILL D.B.
The nature of fatigue.
Personnel 1933, 9, 113.

- I02 - DILL D.B.
Economy of muscular exercise.
Physiol. Rev. 1936, 16, 263/291.
- I03 - DILL D.B., BROUHA L.A.
Etude sur le rythme cardiaque pendant l'exercice. Ses rapports avec l'âge et l'entraînement.
Trav. Humain 1937, 5, 3/19.
- I04 - DILL D.B., HORWATH S.M., CRAIG F.N.
Reponses to exercise as related to age.
J. Appl. Physiol. 1958, 12, 195/196.
- I05 - DILL D.B., SACKTOR B.
Exercise and the oxygen debt.
J. Sport. Med. Torino 1962, 2, 66/72.
- I06 - DILL D.B.
Oxygen used in horizontal and grade walking and running on the treadmill.
J. Appl. Physiol. 1965, 20, 19/22.
- I07 - VON DOBELN W.A.
A simple bicycle ergometer.
J. Appl. Physiol. 1954, 7, 222/224.
- I08 - VON DOBELN W.A.
Maximal oxygen intake, body size and total hemoglobin in normal men.
Acta. Physiol. Scand. 1956, 37, (suppl. 126) 193/199.
- I09 - VON DOBELN W.A.
Anthropometric determination of fat-free body weight.
Acta Med. Scand. 1959, 165, 37.
- I10 - VON DOBELN W.A.
Le profil physique.
Svenska Läkartidningen 1965, 62, 210/214.

- III - VON DOBELN W.A., ASTRAND I., BERGSTROM A.
An analysis of age and other factors related to maximal oxygen uptake.
J. Appl. Physiol. 1967, 22, 934.
- II2 - DONALD D.E., FERGUSON D.
Reponse of heart rate, oxygen consumption and arterial blood pressure to graded exercise in dogs.
Proc. Soc. Exp. Biol. New-York 1966, 121, 626/630.
- II3 - DONOSO H.P.
Consumo de oxígeno, denta de oxígeno y capacidad física.
Revista Chilena de Education Física 1966, 33, 36/39.
- II4 - DRAZIL V., PLACHETA Z.
Spiroergometrical determination of some signs of fitness with a selected group of cyclists.
In "Physical fitness and its laboratory assessment".
Prague, Universitas Carolina 1969, 128/130.
- II5 - DURNIN J.V.G.A., BROCKWAY J.M., WITCHER H.W.
Effects of a short period of training of varying, severity on some measurements of physical fitness.
J. Appl. Physiol. 1960, 15, 161/165.
- II6 - ELBEL E.R., REID K.M., ORMOND D.E.
Comparison of certain tests of physical fitness and certain bodily measurements.
J. Appl. Physiol. 1958, 12, 37/41.
- II7 - ELBEL E.R., ORMOND D.E., CLOSE D.
Some effects of breathing oxygen before and after exercise.
J. Appl. Physiol. 1961, 16, 48/52.
- II8 - ENCAUSSE P.
Sports et santé.
A. Legrand et Cie éd. 1952.

- I19 - EVRARD E.
Use and value of the Step Test in military pilot selection.
U.S.A.F. Med. Journ. 1959, 10, 659/674.
- I20 - FABRE J.
Procédés récents d'évaluation de l'aptitude physique et de
sélection en médecine sportive.
Vie Médicale 1970, 51, N° 14, 2185/2194.
- I21 - FABRE R., ROUGIER G.
Physiologie médicale.
Paris Maloine 5° ed. 1965.
- I22 - FALLS H.B., ISMAIL A.H., MAC LEOD D.F.
Estimation of maximum oxygen uptake in adults from A.A.H.P.E.R.
youth fitness tests items.
Res. Quart. Amer. Ass. Hlth. Phys. Educ. 1966, 37, 192/201.
- I23 - FLANDROIS R.
La consommation maximale d'oxygène.
Pres. Méd. 1961, 69, 1267/1269.
- I24 - FLANDROIS R., PUCCINELLI R., GALEAN P., HOUDAS Y.
Consommation maximale d'oxygène et aptitude physique du per-
sonnel navigant.
Congrès AGARD, Lisbonne, 1961 et Méd. Aéro. 1962, N° I,
63/65.
- I25 - FLANDROIS R., PUCCINELLI R., HOUDAS Y.
Comparaison des consommations maximales d'oxygène mesurée et
théorique d'une population française.
J. Physiol. 1962, 54, 337/338.
- I26 - FLANDROIS R., PUCCINELLI R., LEFRANCOIS R., BOUVEROT P.
Intérêt de la consommation maximale d'oxygène, en physiologie
appliquée. Premiers résultats expérimentaux sur une popula-
tion française.
Press. Therm. Clin. 1962, 99, 179/184.

- I27 - FLANDROIS R., PUCCINELLI R., LACOUR J.R., HEBRAL D.
Etude expérimentale de l'aptitude physique sur une population de jeunes gens de 20 ans et considérations sur la valeur de certaines épreuves fonctionnelles.
Bulletin Méd. Mil. 1965, 8, 435/458.
- I28 - FLANDROIS R., LACOUR J.R.
L'aptitude physique chez le jeune universitaire français.
Comparaison des différents tests avec la consommation maximale d'oxygène.
Schweiz Z. Sport Méd. 1966, 14, 49/55.
- I29 - FLANDROIS R., SEPETJIAN J., LACOUR J.R.
La détermination de l'aptitude physique : les indices morphologiques et les épreuves fonctionnelles circulatoires et respiratoires.
Rev. Cps. Santé. Armées 1966, 7, 961/979.
- I30 - FLANDROIS R., LACOUR J.R.
Les bases physiologiques des épreuves d'aptitude physique.
Congrès Médical du Football. Evian, Sept. 1970, Lab. Solac. Edit.
- I31 - FLANDROIS R., LACOUR J.R., CHARBONNIER J.P., GRESSIER M., GENETY J.
Capacité aérobie chez l'athlète français.
Méd. du Sport 1973, 47, N° 4, 16/19.
- I32 - FLEISCH A.
Ergostat à puissances constantes et multiples.
Helv. Med. Acta. 1950, 17, 47/58.
- I33 - FOWLER W.M., GARDNER G.W.
The relation of cardiovascular tests to measurements of motor performance and skills.
Pediatrics 1963, 32, (Suppl.) , 778/787.

- I34 - FREEDMAN M.E., SNIDER G.L., BROSTOFF P.
Effects of training on reponse of cardiac output to muscular exercise in athletes.
J. Appl. Physiol. 1955, 8, 37/47.
- I35 - GABRIELLI L.
A propos de l'indice de RUFFIER.
Méd. du Sport 1951, 25, N° 4, 32.
- I36 - GAUJETTI P.M.
Les échanges respiratoires pendant l'exercice musculaire.
Helv. Physiol. Pharmacol. Acta 1959, 17, 34/61.
- I37 - GEDDES L.A., PARTIDGE M., HOFF H.E.
An E.K.G. lead for exercising subjects.
J. Appl. Physiol. 1960, 15, 311/313.
- I38 - GLASSFORD R.G., BAYCROFT G.H.I., SEDGWICK A.W., MACNAB R.B.J.
Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods.
J. Appl. Physiol. 1965, 20, 509.
- I39 - GOODWIN J.E., LEVITT P.
Telemetering heart rate during exercise.
Proc. Can. Fed. Biol. Soc. 1962, 5, 45.
- I40 - GOODWIN A.B., CUMMING G.R.
Radio telemetry of the electrocardiogram, fitness tests, and oxygen uptake of water-polo players.
Canad. Med. Ass. J. 1966, 95, 402/406.
- I41 - GOUDEMAND M.
Variation in function 8 levels exercise. Attempted interpretations.
Ann. Inst. Pasteur LILLE 1963, 14, 203/215.
- I42 - GOULD A.G., DYE J.A.
Exercise and its physiology.
New-York, Barnes 1932, 434 P.

- I43 - GRAIMPREY J.
L'examen de la ventilation pulmonaire chez l'homme normal.
Méthodes d'études. Résultats.
Thèse Méd. NANCY 1955, II7 P.
- I44 - GRANDPIERRE R.
Note sur un nouveau test d'aptitude cardiaque à l'effort :
le Step Test.
Méd. Aéro. 1947, 2, 353/357.
- I45 - GRANDPIERRE R., TABUSSE L., PERLES R.
Recherche d'un test d'aptitude à l'effort : l'épreuve de l'es-
cabeau.
Rev. Med. NANCY 1957, 82, 865/871.
- I46 - GRIMAUD
La consommation d'O₂ après un exercice musculaire submaximal
chez un groupe d'adolescents nageurs de compétition.
Nice Méd. 1969, 7, 197/201.
- I47 - GRIMBY G., NILSSON N.J.
Cardiac output during exercise in pyrogen-induced fever.
Scand. J. Clin Lab. Invest. 1963, 15 (suppl. 69) 44.
- I48 - GRIMBY G., NILSSON N.J., SALTIN B.
Cardiac output during submaximal and maximal exercise in active
middle aged athletes.
J. Appl. Physiol. 1966, 21, 1150.
- I49 - GRIMBY G., SALTIN B.
A physiological analysis of physically well-trained middle aged
and old athletes.
Acta Med. Scand. 1966, 179, 513.
- I50 - GROH H.
Sport-medizin.
Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag 1962, 428 P.

I51 - HAAB P.

Etude de la reproductibilité des mesures des échanges gazeux respiratoires lors de l'état d'équilibre à l'exercice musculaire.

Rev. Méd. Nancy 1957, 82, 872/884.

I52 - HAGERMANN F.G.

Effets de la respiration sous atmosphère à 100 % d'O₂ pendant le repos, le travail intensif et la récupération.

Dissertation Abstract. 1965, 25, 4527.

I53 - HARICHAUX P., LESBRE J.P., JACQUEMIN C.H.

L'exploration fonctionnelle d'effort.

Monographie de l'école des cadres de Kinésithérapie de BOIS-LARRIS. Masson éd. 1973.

I54 - HEBRAL D.

Analyse critique des principales méthodes de détermination de l'aptitude physique. Comparaison entre la consommation maximale d'oxygène, diverses épreuves fonctionnelles et données biométriques.

Thèse Méd. Lyon 1967, III P.

I55 - HENDERSON Y., PRINCE A.L.

Oxygen pulse and systolic discharge.

Amer. J. Physiol. 1914, 35, 106/115.

I56 - HENDERSON Y., HAGGARD H.W., DOLLEY F.S.

The efficiency of the heart and the significance of rapid and slow pulse rate.

Amer. J. Physiol. 1927, 82, 512/524.

I57 - HERMANSEN L., ANDERSEN K.L.

Aerobic work capacity in young Norwegian men and women.

J. Appl. Physiol. 1965, 20, 425/431.

I58 - HERMANSEN L., SALTIN B.

Oxygen uptake during maximal treadmill and bicycle exercise.

J. Appl. Physiol. 1969, 26, 31.

- I59 - HETTINGER T., BIRKHEAD N.C., HORVATH S.M., ISSEKUTZ B., RODAHL K.
Assessment of physical work capacity.
J. Appl. Physiol. 1961, 16, 153/156.
- I60 - HILDEBRANDT G., DAUMANN F.J.
Coordination entre rythmes du pouls et de la respiration au
cours du travail.
Int. Z. Angew. Physiol. 1965, 21, 27/48.
- I61 - HILL A.V., LONG C.N.H., LUPTON H.
Muscular exercise lactic and acid and the supply and utilisation
of oxygen.
Proc. Roy. Soc. B. 1924, 96, 432/438.
1925, 97, 155/162.
- I62 - HUETING J.E., SARPHATI H.R.
Can we measure fatigue ?
Acta Physiol. Pharmacol. Neerl. 1966, 13, 499/500.
- I63 - HYMAN A.S.
The estimation of cardiovascular physical fitness.
J. Sport Med. Torino 1962, 2, 86/88.
- I64 - ISSEKUTZ B., BIRKHEAD N.C., RODAHL K.
Use of respiratory quotients in assessment of aerobic work
capacity.
J. Appl. Physiol. 1962, 17, 47.
- I65 - JOHNSON R.E., BROUHA L., DARLING R.C.
A test of physical fitness for strenuous exertion.
Rev. Canad. Biol. 1942, 1, 491.
- I66 - JUNG F.T.
The measurement of physical fitness as a problem in physical
medicine.
Arch. Phys. Mod. 1951, 32, 327/333.

- I67 - KARPOVITCH P.V.
Relation between breath holding and endurance in ruaning and
the Harward Step Test score;
Federation Pro. 1946, 5, 53.
- I68 - KARPOVITCH P.V.
Physiology of muscular activity.
Saunders ed. Philadelphia 5 th ed. 1959.
- I69 - KASCH F.W., PHILIPPS W.H., CARTER J.E.L., ROSS W.O., BOYER J.L.
Maximum work capacity in middle aged males by a Step-Test
method.
J. Sport. Med. Torino 1965, 5, 198/202.
- I70 - KASCH F.W., PHILIPPS W.H., ROSS W.O., CARTER J.E.L., BOYER J.L.
A comparison of maximal oxygen uptake by treadmill and Step-
Test procedures.
J. Appl. Physiol. 1966, 21, 1387.
- I71 - KEEN E.N., SLOAN A.W.
Observation on the Harward Step-Test.
J. Appl. Physiol. 1958, 13, 241/243.
- I72 - KNEHR C.A., DILL D.B., NEUFELD W.
Training and its effect on man at rest, at work.
Amer. J. Physiol. 1942, 136, 148/156.
- I73 - KRAUS H., HIRSCHLAND R.P.
Minimum muscular fitness tests in school children.
Res. Quart. 1954, 25, 178.
- I74 - KROGH A., LINDHARD J.
The regulation of respiration and circulation during the ini-
tial stage of muscular work.
J. Physiol. Lond. 1913, 47, 112/136.
- I75 - LACOUR J.R., FLANDROIS R., HEBRAL D., RIOTTE M.
Etude expérimentale de quelques épreuves de détermination in-
directe de l'aptitude physique.
J. Physiol. Paris 1966, 58, 244.

- I76 - LACOUR J.R., SEPETJIAN J.
Etude critique de quelques épreuves d'aptitude fonctionnelle.
I.R.E.P.S. Lyon Educ. Physique et Sport 1966, 82, 7/10.
- I77 - LACOUR J.R., FLANDROIS R., OSMAN H.
Etude comparative de la consommation maximale d'oxygène et de la masse maigre calculée par différentes méthodes.
J. Physiol. Paris 1968, 60, (suppl. I), 268/269.
- I78 - LAMB. R.W., ANTHONISEN N.R., TENNEY S.M.
Controlled frequency breathing during muscular exercise.
J. Appl. Physiol. 1965, 20, 244/248.
- I79 - LARSON L.A.
An international research program for the standardization of physical fitness tests.
J. Sport Med. Torino 1966, 5, 259/261.
- I80 - LARTIGUE G.
L'unification des tests fonctionnels dans le sport.
Méd. du Sport, 1957, 31, N° 2, 115.
- I81 - LECAILLE P.
Le contrôle de l'éducation physique dans l'année.
Georges Thomas Ed. Nancy 1931.
- I82 - LECLERCQ J.
L'électrocardiographie en médecine sportive; essai de classification et d'interprétation.
Paris I.N.S. 1957, série A N° 10, 28 P.
- I83 - LETOUNOV S.P.
Examen fonctionnel du système cardio-vasculaire.
Med. Educ. Physique et Sports 1955, 29, N° 2, 87/93.
- I84 - LIAN C.
Epreuve d'aptitude cardiaque à l'effort.
Presse Médicale 1916, 24, 563/564.

- I85 - MAGGIO M., STANCARI V., AMORATI A.
Il test di Harward, lo L.P.I. (Leistungs-puls-Index) di E.A. MULLER ed il massimo consumo di O_2 indiretto secondo ASTRAND in GIOVANI apprendisti.
Rass. Med. Industr. 1963, 32, 362/363.
- I86 - MARGARIA R., EDWARDS H.T., DILL D.B.
The possible mechanism of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction.
Am. J. Physiol. 1933, 106, 689.
- I87 - MARGARIA R., AGHEMO P., ROWELL E.
Indirect determination of maximal O_2 consumption in man.
J. Appl. Physiol. 1965, 20, 1070.
- I88 - MARGARIA R.
Aerobic and anaerobic energy sources in muscular exercise.
In R. Margaria : "Exercise at altitude".
Excerpta Medica Foundation New-York, 1967.
- I89 - MARITZ J.S., MORRISON J.F., PETER J., STRYDOM N.B., WYNDHAM C.H.
A practical method of estimating an individual's maximal oxygen intake.
Ergonomics 1961, 4, 97.
- I90 - MARTIN C.J.
A simple and convenient form of bicycle ergometer.
Proc. Physiol. Soc. 1914, 48, P. XV.
- I91 - MARTIN P.
Evolution de la condition physique pendant une cure de repos.
Etude au cyclergomètre d'Astrand sur 44 étudiants.
Méd. du Sport 1973, 47, N° 4, 10/13.
- I92 - MARTINET A.
Epreuve fonctionnelle circulatoire (appréciation de la puissance de réserve du coeur).
Presse Médicale 1916, 24, 27/29..

- I93 - MATHEWS N., DONALD K.
Measurement in physical education.
Philadelphia, Ph. Saunders 1958, 359 P.
- I94 - MATHIEU P.
Rapport sur la comparaison et les résultats de l'utilisation
de nouveaux tests chez les sportifs.
Méd. du Sport 1949, 23, N° 3-4, 157.
- I95 - MAYER J., THOMAS D.W.
Regulation of food intake and obesity.
Science 1967, 156, 328.
- I96 - MENIER
Détermination de la consommation d'O₂ Max. au cours d'un exer-
cice de puissance imposée au moyen de l'ergotest.
Méd. du Sport 1969, 43, N° 2, 40.
- I97 - MENIER, POP.
Détermination de la consommation d'oxygène maximale par la
méthode d'Astrand.
Méd. du Sport, 1969, 43, N° 2, 36/39.
- I98 - MENIER R.
Aptitude à l'exercice musculaire.
Méd. du Sport 1973, 47, N° 4, 25/45.
- I99 - MERKLEN R.C.L.
Le rythme du coeur au cours de l'activité musculaire et notam-
ment des exercices sportifs.
Thèse Méd. Nancy, 1926, 388 P.
- 200 - MERKLEN L.
Comment assurer effectivement dans une société sportive le
contrôle médical et physiologique et la pratique de l'éducation
physique.
Rev. Hyg. Prophyl. Soc. 1927, 6-7, 219/226.

- 201 - MERKLEN L.
Rôle et place du médecin dans les sociétés d'éducation physique et sport.
Rev. Hyg. Prophyl. Soc. 1927, 6-7, 76/80.
- 202 - MERKLEN L., GRANDPIERRE R., GUILLAUME M.
Epreuve de l'aptitude cardiaque à l'effort.
Méd. Aéro. 1947, 2, 342/352.
- 203 - MERLEN J.F.
Coefficients de récupération à l'effort sportif.
Méd. du Sport, 1967, 41, N° 4, 233.
- 204 - MICHAEL E.D., HUTTON K.E., HORVAIN S.M.
Cardio-respiratory responses during prolonged exercise.
J. Appl. Physiol. 1961, 16, 997/1000.
- 205 - MICHAILOV V.V., OGOLTSOV I.G.
The maximal oxygen uptake in russian cross-country skiers of olympic caliber.
Fed. Inst. Phys. Ed. Moscow 1965.
- 206 - MIES H.
Über das training.
Schweiz Z. Sport. Med. 1960, 8, 115/123.
- 207 - MIES H.
Über das Steady-State und das Intervall Training.
Schweiz Z. Sport. Med. 1963, 11, 16 P.
- 208 - MILIC EMILI G., CERRETELLI P., PETIT J.M.
La consommation d'oxygène en fonction de l'intensité de l'exercice musculaire.
Arch. Int. Physiol. 1959, 67, 10/14.
- 209 - MITCHELL J.H., SPROULE B.J., CHAPMAN C.B.
Physiological meaning of the maximal oxygen intake test.
J. Clin. Invest. 1958, 37, 538.

- 210 - MONOCH H.
La validité des mesures de fréquence cardiaque en ergonomie.
Ergonomics 1967, 10, 485/537.
- 211 - MONOD H., BOUISSET S.
Utilisation d'un nouveau cardiofréquencimètre chez l'homme au repos ou au cours du travail musculaire.
Presse Méd. 1962, 70, 1529/1530.
- 212 - MONOD H., BOUISSET S.
An evaluation of three standard tests of physical fitness.
Int. Z. Angew. Physiol. Einsch1. Arbeits. Physiol. 1964, 20, 223/232.
- 213 - MONTROYE H.J.
Breath holding as a mesure of physical fitness.
Res. Quart. 1951, 22, 356/376.
- 214 - MONTROYE H.J.
The Harward Step-Test and work capacity.
Rev. Canad. Biol. 1953, 2, 491/499.
- 215 - NAGLE F.J., BALKE B., NAUGHTON J.P.
Gradational Step-Test for assessing work capacity.
J. Appl. Physiol. 1965, 20, 745.
- 216 - NAUGHTON J.P., SEVELIUS G., BALKE B.
Physiological responses of normal and pathological subjects to a modified work capacity test.
J. Sport. Med. Torino 1963, 4, 201/207.
- 217 - NEWMAN F., SMALLEY B.F., THOMSON M.L.
A comparison between athletes and nonathletes in oxygen consumption and pulmonary diffusion at near maximal exercise.
J. Physiol. Lond. 1961, 156, 7/8.
- 218 - NEWTON J.L.
The assessment of maximal oxygen intake.
J. Sport Med. Torino 1963, 3, 164/169.

- 219 - OLREE H.
Evaluation of the A.A.H.P.E.R. youth fitness test.
J. Sport Med. Torino 1965, 5, 67/71.
- 220 - PATTERSON J.L., GRAYBIEL A., LENHARSDT H., MADSEN M.J.
Evaluation and predication of physical fitness utilizing modified apparatus of the Harward Step-Test.
Amer. J. Cardiol. 1964, 14, 811/827.
- 221 - PAQUIS P., DEJOURS P.
Consommation maximale d'oxygène chez le rat blanc et le cobaye.
J. Physiol. Paris 1965, 57, 670.
- 222 - PETIT J.M., DELHEZ L., DAMOISEAU J., BELGE G., COLLEE G., DEROANNE R.
Mesure simplifiée de la consommation maximum d'O₂, test du degré d'entraînement.
Com. au Congrès Int. Ed. Phys. Liège Mai 1962.
- 223 - PETIT J.M., DAMOISEAU J., DEROANNE R., TROQUET J.
Estimation de l'aptitude physique aux performances sportives.
Med. du Sport 1965, 39, N° 2, 89.
- 224 - PETIT J.M., PIRNAY F., DEROANNE R., JUCHMES J., BOTTIN R.
Régime stable ventilatoire maximum d'exercice musculaire et consommation maximum d'O₂.
Arch. Int. Physiol. Bioch. 1966, 74, 904/908.
- 225 - PIRNAY F., PETIT J.M., BOTTIN R., DEROANNE R., JUCHMES J., BELGE G.
Comparaison de deux méthodes de mesure de la consommation maximum d'oxygène.
Intern. Z. Angew. Physiol. 1966, 23, 203.
- 226 - PIRNAY F., DEROANNE R., DELVAUX J.M., PETIT J.M.
Contrôle de l'entraînement par l'ergospirométrie.
Sport 1971, 53, 14/18.

227 - PITTELOUP J.J.

La détermination de la capacité de travail chez le médecin praticien : bases théoriques et applications pratiques.
Praxis 1963, 39, II73/II77.

228 - PITTELOUP J.J., FORSTER G.

Une technique ergométrique simplifiée par le test de l'escabeau modifié.
Schweiz Med. Wochensch. 1963, 32, I094/I097.

229 - PLACHETA Z., DRAZIL V.

L'aptitude physique des cyclistes après 4 ans d'une activité physique différente.
Méd. du Sport 1973, 47, N° 2, 4/15.

230 - PLAS F., BOURDINAUD J., MISSENARD A.

Le test de Flack, épreuve d'aptitude cardio-respiratoire.
Presse Médicale 1950, 58, 285/286.

231 - PLAS F.

Etude électrique des épreuves d'exploration fonctionnelle cardiaque.
Méd. du Sport 1953, 27, N° 4, I175/I186.

232 - PLAS F.

Le coeur du sportif.
E.M.C. Coeur-Vaisseaux 1965, I1037 c10.

233 - PLAS F.

Standardisation des tests d'aptitude physique.
Méd. du Sport 1965, 39, N° I, II.

234 - PLAS F.

Réflexions sur la pratique des épreuves d'effort en médecine du sport.
Méd. du Sport 1972, 46, N° I, 35/39.

235 - PONSAR A.

Médecine et éducation physique. Etude historique et documentaire.
Thèse Méd. Paris 1944, Ed. Foulon, 163 P.

- 236 - REEDY J.D., SAIGER G.L., HOSLER R.H.
Evaluation of the Harvard Step-Test in respect of stature of height and weight.
Int. Z. Angew. Physiol. 1958, 17, 116/119.
- 237 - ROBIN M.
Condition physique et entraînement.
Cahiers Médicaux Lyonnais, 1963, 39, 1081/1092.
- 238 - ROBINSON S.
Experimental studies of physical fitness in relation to age.
Arbeits Physiol. 1938, 10, 251/323.
- 239 - RODAHL K., ASTRAND P.O., BIRKHEAD N.C., HETTINGER T., ISSEKUTZ B., JONES D.M., WEAVER R.
Physical work capacity.
Arch. Environ. Health. 1961, 2, 499.
- 240 - RODAHL K., ISSEKUTZ B.
Physical performance capacity in the older individual.
in "Muscle as a tissue" chap. 15.
Mac Graw Hill Book Company New-York 1962.
- 241 - ROSENGARD A.
Probabilités et statistiques en recherche scientifique.
Dunod. éd. Paris 1972, 311 P.
- 242 - ROSSIER P.H., BUHLMANN A., WIESINGER K.
Physiologie et physiopathologie de la respiration.
Neufchatel, Delachaux et Niestle 1962, 360 P.
- 243 - ROUSSEL B.
Les critères d'aptitude physique.
Thèse Méd. Nancy - André éd. 1937, 236 P.
- 244 - ROWELL L.B.
Factors affecting the prediction of the maximal oxygen intake from measurement made during submaximal work with observations related to factors which may limit maximal oxygen intake.
Dissert. Abstr. U.S.A. 1963, 23, 3451/3452.

- 245 - ROWELL L.B., TAYLOR H.L., WANG Y.
Limitations to prediction of maximal oxygen uptake.
J. Appl. Physiol. 1964, 19, 919.
- 246 - RUFFIER J.E.
Considérations sur l'indice de résistance du coeur à l'effort.
Méd. du Sport 1951, 25, N° 3, 7.
- 247 - RUFFIER J.E.
Sur quelques objections à l'indice de résistance du coeur à l'effort.
Méd. du Sport 1952, 26, N° 1, 27.
- 248 - RUMBALL C.A., ACHESON E.D.
Electrocardiograms of healthy men after strenuous exercise.
Brit. Heart. J. 1960, 22, 415.
- 249 - RYHMING I.
A modified Harvard Step-Test for the evaluation of physical fitness.
Arbeits Physiol. 1953, 15, 235.
- 250 - SALTIN B.
Aerobic work capacity and circulation at exercise in man.
Acta Physiol. Scand. 1964, 62, (suppl. 230).
- 251 - SALTIN B., ASTRAND P.O.
Maximal oxygen uptake in athletes.
J. Appl. Physiol. 1967, 23, 353.
- 252 - SALTIN B., GRIMBY G.
Physiological analysis of middle - aged and old former athletes : comparison with still active athletes of the same ages.
Circulation 1968, 38, 1004.
- 253 - SCHAFF G., SCHIEBER J.P.
Epreuve d'aptitude à l'effort physique avec enregistrement continu de la fréquence cardiaque et de la ventilation pulmonaire.
Méd. du Sport 1960, 34, N° 4, 255.

- 254 - SCHERRER J.
Physiologie du travail. Travail physique et énergétique.
Paris, Masson 1967, I, 388 P.
- 255 - SCHNEBEL W.G., ELBEL E.R.
Reaction of pulse to successive periods of exercise.
J. Appl. Physiol. 1954, 4, 7/14.
- 256 - SCHNEIDER E.C.
A cardiovascular rating as a measure of physical fatigue and efficiency.
J. Amer. Med. Ass., 1920, 74, 1507/1510.
- 257 - SCHNEIDER E.C., TRUESDELL D.
A statistical study of the pulse rate and the arterial blood pressure in recumbency, standing, and after a standard exercise.
Amer. J. Physiol. 1922, 61, 429/474.
- 258 - SCHNEIDER E.C.
A study of responses to work on a bicycle ergometer.
Amer. J. Physiol. 1931, 97, 353/364.
- 259 - SCHNEIDER E.C., CRAMPTON C.B.
A comparison of some respiratory and circulatory reactions of athletes and nonathletes.
Amer. J. Physiol. 1940, 129, 165/170.
- 260 - SELTZER C.C.
Anthropometric characteristics and physical fitness.
Rest. Quart. Amer. Ass. Hlth. Phys. Educ. 1946, 17, 10/20.
- 261 - SHEPARD R.J.
Principal component analysis of ergometer training response.
Fed. Proc. U.S.A. 1965, 24, 172.
- 262 - SHEPARD R.J.
Initial fitness and personality as determinants of response to a training regime.
Ergonomics GB 1966, 9, 3/16.

- 263 - SHEPARD R.J.
Sur le meilleur moment pour mesurer le pouls après l'exercice.
J. Sport Med. Torino 1966, 6, 23/27.
- 264 - SHEPARD R.J.
The relative merits of the Step-Test, bicycle ergometer and treadmill in the assessment of cardio-respiratory fitness.
Intern. Z. Angew. Physiol. 1966, 23, 219.
- 265 - SILLS F.D., MITCHEM J.
Prediction of performance on physical fitness test by means of somatotype ratings.
Res. Quart. Amer. Ass. Hlth. Phys. Educ. 1957, 28, 64/80.
- 266 - SLOAN A.W.
A modified Harward Step-Test for women.
J. Appl. Physiol. 1959, 14, 985/986.
- 267 - SLOAN A.W.
Effect of training on physical fitness of women students.
J. Appl. Physiol. 1961, 16, 167/169.
- 268 - SLOMIN N.B., JILLESPIE D.G., HAROLD W.H.
Peak oxygen uptake of healthy young man as determined by a treadmill method.
J. Appl. Physiol. 1957, 10, 401/404.
- 269 - SPRYNAROVA S., REISENAUER R.
Participation of changes in pulmonary ventilation and utilization of oxygen from inspired air in the increase in oxygen consumption during physical exertion measured repeatedly in boys.
Physiol. Bohemoslov. 1965, 14, 96/106.
- 270 - STALBERG D.C.
The multi-level Step-Test as a predictor of maximum oxygen intake.
Dissert. Abstr. 1965, 25, 7067/7068.

- 271 - STEINHAUS A.H.
Chronic effect of exercise.
Physiol. Rev. 1933, 13, 103/147.
- 272 - STRANDELL T.
Circulatory studies on healthy old men with special reference
to the limitation of the maximal physical working capacity.
Acta Med. Scand. 1964, 175, (suppl. 414).
- 273 - STRYDOM N.B.
Methods for assessing work capacity.
Annual Meeting American College of Sports Medicine
Minneapolis, Minnesota 30 Avril - 2 mai 1963.
- 274 - SZOGY A., CHEREBETIU G.
Capacité aérobie maximum chez les sportifs de performance.
Méd. du Sport 1971, 45, N° 3, 4.
- 275 - TABAKIN B.S., HANSON J.S., LEVY A.M.
Effects of physical training of the cardio-vascular and respi-
ratory response to graded upright exercise in distance runners.
Brit. Heart. J. 1965, 27, 205/210.
- 276 - TATARELLI
Le contrôle périodique cardio-vasculaire dans la Marine Mili-
taire Italienne et le problème de l'unification des épreuves
cardio-fonctionnelles.
Méd. du Sport 1958, 32, N° 1, 13.
- 277 - TAYLOR H.L.
Studies in exercise physiology.
Amer. J. Physiol. 1941, 135, 27/42.
- 278 - TAYLOR H.L., BROZEK K.J.
Evaluation of fitness.
Fed. Proc. U.S.A. 1944, 3, 216/222.

- 279 - TAYLOR H.L.
Some properties of maximal and submaximal exercise with reference to physiological variation and the measurement of exercise tolerance.
Amer. J. Physiol. 1954, 142, 200/212.
- 280 - TAYLOR H.L., BUSKIRK E., HENSCHER A.
Maximal oxygen uptake as an objective measure of cardiorespiratory performance.
J. Appl. Physiol. 1955, 8, 73.
- 281 - TAYLOR H.L., WANG Y., ROWELL L., BLOMQUIST G.
The standardization and interpretation of submaximal and maximal tests of working capacity.
Pediatrics 1963, 32 (suppl.), 703/722.
- 282 - TERASLINNA P., ISMAIL A.H., MAC LEOD D.F.
Nomogram by Astrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake.
J. Appl. Physiol. 1966, 21, 513.
- 283 - TUTTLE W.W.
Effect of physical training on capacity to do work as measured by the bicycle ergometer.
J. Appl. Physiol. 1950, 2, 393/398.
- 284.- VAN UYTVANCK, VRIJENS J.
Concernant la valeur de l'indice de Ruffier, l'épreuve de Martinet et d'autres tests basés sur le pouls de récupération après l'effort.
Méd. du Sport 1967, 41, N° 3, 137.
- 285 - VAN LOON J.H.
Continuous heart rate recording in strenuous work.
Ergonomics G.B. 1964, (suppl), 107/III.
- 286 - VRIES H.A., de KLAFFS C.E.
Prediction of maximal oxygen intake from submaximal tests.
J. Sport Med. Torino 1965, 5, 207/214.

- 294 - WORKMAN J.M., ARMSTRONG B.W.
Oxygen cost of treadmill walking.
J. Appl. Physiol. 1963, 18, 798/803.
- 295 - WORKMAN J.M., ARMSTRONG B.W.
A normogram for predicting treadmill walking oxygen consumption.
J. Appl. Physiol. 1964, 19, 150/151.
- 296 - WYNDHAM C.H., STRYDOM N.B., MARITZ J.S.
Maximum oxygen intake and maximum heart rate during strenuous work.
J. Appl. Physiol. 1959, 14, 927/936.
- 297 - WYNDHAM C.H., WILLIAMS C.G., VON RAHDEN M.J.E.
A physiological basis of the "optimum" level of energy capacities.
Nature 1962, 195, 1210.
- 298 - WYNDHAM C.H., STRYDOM N.B., LEARY W.P., WILLIAMS C.G.
Studies of the maximum capacity of men for physical effort.
Intern. Z. Angew. Physiol. 1966, 22, 285/295.
- 299 - ZAMFIRESCU N.R., FELBERG B.
Recherche sur la valeur de certains tests de détermination de l'aptitude à l'effort physique.
Stud. Cercet. Fiziol. 1961, 6, 325/334.
- 300 - ZELENKA V., BUCHBERGER J., SELIGER V., SOBOLOVA V.
Capacité de travail physique des juniors de football.
Méd. du Sport 1973, 47, N° 3, 4/7.
-

AVANT-PROPOS

Intérêt de l'étude de la médecine du sport	P. 3
Intérêt de l'évaluation de l'aptitude à l'exercice physique.....	6

APTITUDE PHYSIQUE

Définition.....	8
Evaluation.....	10
1) critères biométriques.....	11
2) épreuves fonctionnelles.....	15
3) Tests d'aptitude à l'effort.....	16

ETUDE PERSONNELLE

I) Méthodes utilisées.....	36
Step Test d'HARWARD.....	37
Estimation indirecte de la $\dot{V}O_2$ Max....	42
II) Les sujets.....	48
Les étudiants en médecine.....	48
Les étudiants à l'UER-EPS.....	51
III) Les résultats.....	56
Le Step Test d'HARWARD.....	56
La $\dot{V}O_2$ Max.....	86

<u>CONCLUSION</u>	140
-------------------------	-----

<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	146
----------------------------	-----

"Par délibération de son Conseil, en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs".

VU, le Président de Thèse,

VU, le Doyen de la Faculté,

VU, et permis d'imprimer
en référence à la délibération
du Conseil d'Université en date
du 14 Décembre 1973,

Le Président de l'Université de CAEN,

